

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Biológia Doktori Iskola

Vezető: Prof. Dr. Erdei Anna

Etológia Doktori Program

Vezető: Dr. Miklósi Ádám

**Tóthné Maros Katalin**

**A kötődési és kommunikációs viselkedés és a szívműködés közötti kapcsolat  
vizsgálata kutyákon**

Doktori értekezés

Témavezető: Dr. Miklósi Ádám  
egyetemi docens

ELTE Etológia Tanszék

2009

## TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS .....	1
1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	3
1.1 A viselkedés és a belső állapotok kapcsolata .....	3
1.2 Kísérleteink alanya, a kutya .....	4
1.3 A szív működés vizsgálata .....	11
1.3.1 A szív.....	11
1.3.2 A szívritmus .....	11
1.3.3 A szívritmus-variancia .....	13
1.4 A szív működését befolyásoló tényezők .....	16
1.4.1 A fizikai aktivitás hatása a szívritmusra.....	16
1.4.2 A szív működést befolyásoló pszichés és kognitív tényezők.....	19
1.4.3 A stressz hatása a szívritmus-varianciára.....	29
1.4.4 A szívritmus mérése során tapasztalható egyedi eltérések és az ismétlés hatása....	31
1.4 A szívritmus és szívritmus-variancia mérése szabadon mozgó állatokon .....	33
1.4.1 Időlegesen felhelyezett, nem invazív műszerek .....	33
1.4.2 Implantátumok .....	35
1.4.3 Az EKG jelek kiértékelése .....	36
1.5 A kutyák szívritmus mérése .....	37
1.5.1 A kutyák szívritmus mérése során használt műszerek .....	37
1.5.2 A kutyák szívritmus-varianciája.....	40
1.5.3 A kutyák szívritmusát befolyásoló tényezők .....	41
1.6 Célkitűzések .....	49
1.6.1 A testhelyzet és a mozgási aktivitás hatása .....	49
1.6.2 A figyelmi állapot hatása.....	49
1.6.3 A gazdától történő szeparáció hatása .....	50
1.6.4 A fenyegető idegen hatása a gazda jelenlétének függvényében .....	51
1.6.5 A fajspecifikus vokalizáció hatása .....	51

2. MÓDSZER.....	53
2.1 Vizsgálati alanyok .....	53
2.2 A kísérleti helyszín és szereplők .....	53
2.3 Protokoll .....	53
2.4 A szívritmus mérése .....	54
2.4.1 Az ISAX ismertetése .....	54
2.4.2 A műszer felhelyezése a kutyákra .....	55
2.5 Adatértékelés .....	56
3. VIZSGÁLATOK.....	59
3.1 A különböző viselkedésformák és a szívritmus ill. szívritmus-variancia változás összefüggései.....	59
3.2 A szeparáció ill. a fenyegető közelítés hatása a kutyák szívritmusára és szívritmus-varianciájára. A “secure base” hatás. ....	73
3.3 Az ugatás hatása a kutyák szívritmusára.....	90
4. ÁLTALÁNOS ÉRTÉKELES .....	103
4.1 A kutyák szívritmus mérésének általános értékelése .....	103
4.1.1 Az ISAX mérőrendszer alkalmazhatósága a kutyákra.....	103
4.1.2 A mozgási aktivitás és a különböző testhelyzetek hatása a kutyák szívritmusára .....	104
4.2 A figyelmi állapot változásának hatása .....	106
4.3 A különböző szociális hatások .....	107
4.3.1 A gazdától történő szeparáció hatása .....	107
4.3.2 A fenyegető idegen hatása a gazda jelenlétének függvényében .....	111
4.4 A fajspecifikus vokalizáció vizsgálata .....	114
4.5 Összefoglalás: új tudományos eredmények .....	117
5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	119
6. IRODALOMJEGYZÉK.....	120

## BEVEZETÉS

A kutyák (*Canis familiaris*) szociális életének igen fontos tényezője az ember. A háziasítás más fajokra is jellemző hatásain túl (lásd: Price, 2002), a kutyák szociális viselkedése és egyes szociokognitív képességei jelentős mértékben megváltoztak őseikhez, a farkasokhoz (*Canis lupus*) képest (lásd pl. Miklósi és mtsi., 2003; Gácsi és mtsi., 2005, 2009; Kubinyi és mtsi., 2007; Virányi és mtsi., 2008). A kutyák természetes szociális közege az emberi környezet, gazdájuk iránt mutatott kötődésük funkcionális értelemben az anya és gyermeke kapcsolatához hasonlítható (Topál és mtsi., 1998; Gácsi és mtsi., 2001). Az emberrel történő hatékony együttműködés részeként, „figyelik” és követni is tudják az emberi tekintet irányát (pl. Soproni és mtsi., 2001; Miklósi és mtsi., 2003; Gácsi és mtsi., 2004), ugyanakkor a hosszantartó humán szemkontaktust akár fenyegetésként is értelmezhetik (Vas és mtsi., 2005). Vokális repertoárjuk a háziasítás során jellemző változásokon ment keresztül, melynek révén vokális jelzéseik egyike, az ugatás, az emberek számára is jól értelmezhetővé vált (Pongrácz és mtsi., 2005, 2006; Molnár és mtsi., 2006).

Az állati viselkedés tanulmányozásakor alapvető szempont a viselkedés mechanizmusának és funkciójának értékelése (Tinbergen, 1963). A viselkedéssel párhuzamosan zajló belső történések feltárása mindkét kérdés megválaszolásában segítségünkre lehet. Ennek egyik legáltalánosabban használt indikátora a szívritmus, hiszen a szív igen gyorsan reagál az egyed állapotában bekövetkező változásokra. A szívritmus alakulására a fizikai aktivitásból adódó, energia felhasználással kapcsolatos szükségleteken túl, a különböző pszichés/kognitív állapotok is hatással lehetnek. Például a szociális gerincesek esetében, a fajtársaktól származó ingerek a szívritmust befolyásoló legjelentősebb tényezők közé tartoznak (Wascher és mtsi., 2008a).

A szívritmus méréseken túlmenően a szívritmus-variancia elemzése további lehetőséget nyújt az adott eseményhez tartozó idegrendszeri aktivációk feltérképezésére (von Borell és mtsi., 2007). A szív működésének szabályzásában a szimpatikus és paraszimpatikus vegetatív idegrendszeri hatások adott helyzettől függően kerülhetnek túlsúlyba. A szívritmus emelkedését előidéző szimpatikus aktiváció a stressz válaszok egyik jellemző velejárója. Általában olyankor figyelhető meg, amikor a környezetből származó hatások arra utalnak, hogy szükség lehet a szervezet tartalékainak mozgósítására (támadással, védekezéssel, meneküléssel együttjáró események esetén). A paraszimpatikus aktiváció, ami a szívritmus csökkenését eredményezi, ezzel szemben a növekedéssel, tartalékolással kapcsolatos folyamatok fenntartását szolgálja (Porges, 1995a).

A szívritmus mérése alkalmas lehet a szeparációs stressz vizsgálatára. A humán kutatások igazolták, hogy a gyerekek és anyjuk kötődési kapcsolatának minősége és egy szeparációs helyzetben, a babák viselkedésének háttérében álló élettani folyamatok, gyakran nem várt módon alakulhatnak. A stressz viselkedési megnyilvánulásai és az élettani stressz jelei nem feltétlenül járnak együtt. Míg egyes babák viselkedése látszólagos nyugalmat tükrözött az anyától történő szeparáció idején, az élettani válaszaik (pl. nyál  $\alpha$ -amiláz szint emelkedés, szívritmus emelkedés) egyértelműen a stresszre utaltak (Spangler és Grossmann 1993; Hill-Soderlund és mtsi., 2008). A szeparációkor viselkedési szintű stresszt mutató, “sírósabb” csecsemőknél, az anya “biztonságos bázis” (secure base) hatásának élettani paraméterekkel mérhető jeleként, a szülővel való újratalálkozáskor a szívritmus csökkenését tapasztalták. Ezzel szemben a “nem sírós” – látszólag nyugodt – babák szívritmusa az anya visszatérte után is sokáig magas maradt (Sroufe és Waters, 1977). A kutyák esetében a szeparációban mutatott viselkedési válaszok és az élettani változások összefüggéseiről csak kevés adat áll rendelkezésünkre (Palestrini és mtsi., 2005; Fallani és mtsi., 2007), ahogyan azt sem tudjuk, hogy adott helyzetben (pl. veszély esetén) a gazda “biztonságos bázis” hatásának vannak-e megfigyelhető élettani megnyilvánulásai is.

A szívritmus mérésével a fajtársak vokális jelzéseinek értékelése is nyomon követhető. Amennyiben egy jelzést veszélyesnek ítél az egyed, másfajta szívritmus mintázatot mutat, mint amikor a figyelmét ugyan felkelti a hang, de az nem vált ki nála védekezési reakciót (lásd pl. Bernston és Boysen, 1989). A kutyaugatás funkcióját illetően egyre inkább teret-hódít az a feltételezés, hogy a kutyák e vokális jelzése nem egy evolúciós melléktermék, hanem egy (legalábbis részben) tudatos szelekció terméke (Pongrácz és mtsi., 2005). Azonban továbbra is kérdés maradt, hogy az ugatást felhasználják-e a kutyák az egymás közötti kommunikációjukban, és képesek-e – hasonlóan az emberhez – különbséget tenni a különböző helyzetekből származó ugatások között. Feltételeztük, hogy a szívritmus mérésével közelebb juthatunk a kérdés megválaszolásához.

Dolgozatomban a különböző állatfajok és a kutyák szívritmus mérése során használt módszertani eljárások elemzésén túl, a kutya-gazda és a kutya-kutya kapcsolat néhány olyan aspektusára szeretném ráirányítani a figyelmet, melyek feltárásában a szívritmus és a szívritmus-variancia elemzése igen hasznos eszköznek bizonyulhat.

# 1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

## 1.1 A viselkedés és a belső állapotok kapcsolata

A etológia és a pszichológia számára egyaránt problémát jelent a viselkedés belső mozgatórugóinak a feltárása. Értelemszerűen a viselkedés minden formáját a belső állapot változása is követi, függetlenül attól a vitától, hogy a belső állapotok a viselkedés következményei vagy éppen kiváltói (Bárdos, 2003). A viselkedés-élettani vizsgálatok egyik központi kérdése a stresszállapotok viselkedési és élettani jellemzőinek feltárása, és a kettő közötti kapcsolat leírása. Számos esetben sikerült igazolni, hogy az adott stresszorra megjelenő viselkedési és élettani válaszok ugyanazon központi irányítás alatt állnak. Például a patkányok egy idegen környezetben megjelenő akut stressz válasza, ami a mozgási aktivitás növekedésén túl a vérnyomás ill. szívrítmus emelkedésével jár, a szimpatikus idegrendszeri aktivitás növekedésének eredménye, és CRH (corticotropin releasing hormon) felszabadulással jár. Amikor a patkányokba intracerebroventricularis injekcióval mesterségesen CRH-t juttattak, az akut stresszre jellemző viselkedési és élettani válaszok egyaránt megjelentek náluk (Morimoto és mtsi., 1993).

A viselkedési vizsgálatokkal párhuzamosan zajló élettani mérések az állati érzelmek feltárásában alapvető jelentőségűek. Az érzelmekkel kapcsolatos verbális információk gyűjtése az állatoknál nem lehetséges, így csak a viselkedési és élettani változásokon keresztül lehet megközelíteni azt a problémát, hogy egy adott helyzetet az állat emocionálisan relevánsnak ítél-e (Désiré és mtsi., 2006). Majmokkal végzett kísérletekben kimutatták, hogy az éhes állatok számára az étkező társaik látványa akut stresszt okoz, és a plazma kortizol szintjének emelkedéséhez vezet. Amikor az éhes állatokat izolálták vagy tápérték nélküli takarmányt adtak nekik, a kortizol válaszok elmaradtak (Mason, 1971). Azaz, nem is annyira a táplálék hiánya, hanem a hiány érzékelése okozott problémát az állatoknak.

A belső állapotváltozások detektálásának egyik leggyakrabban alkalmazott indikátora a szívrítmus. A fizikai aktivitás mellett, számos tényező hatással lehet rá, többek között az egyed emocionális és kognitív állapota (pl. Désiré és mtsi., 2004; Langbein és mtsi., 2004; Boissy és mtsi., 2007), megküzdési stratégiája (pl. Koolhaas és mtsi., 1999; Geverink és mtsi., 2002; Wascher és mtsi., 2008a) is befolyásolják.

A kutyák viselkedési megnyilvánulásai hátterében álló élettani folyamatokról viszonylag kevés információnk van. A viselkedés-élettani vizsgálatok túlnyomórészt a különböző (szociális és nem-szociális) környezeti stresszorokra mutatott hormonális ill.

kardiovaszkuláris válaszok értékelését tűzték ki célul (pl. Beerda és mtsi., 1998a, 1998b; Hennessy és mtsi., 2001; King és mtsi., 2003; Horváth és mtsi., 2007). Ugyanakkor a szívritmus mérése a viselkedési válaszon túl hatékony jelzője lehet az állatokat érő különböző pozitív és negatív szociális hatásoknak, vagy a kognitív folyamatok háttérében zajló élettani mechanizmusoknak is.

## **1.2 Kísérleteink alanya, a kutya**

Az etológiai kutatások elmúlt 15-20 évének az egyik legnagyobb "felfedezettje" a kutya. Érdekes, hogy pont annak az állatnak az etológiai vizsgálata szorult a háttérbe, amely az archeológia leletek alapján az ember legrégebbi társa. A társ kifejezés ez esetben talán nem túlzás, hiszen egy olyan háziállatról van szó, amely évezredek óta az ember közelében, azzal gyakran szorosan együttműködve él. A házasításának időpontját tekintve több elmélet is született. Vilá és munkatársai (1997) mitokondriális DNS vizsgálatokon alapuló kutatási eredményei alapján, a ma élő kutyák két különböző, 80-135 ezer évvel ezelőtt élt farkas-őstől származnak, és feltételezhető, hogy a múltban egymástól függetlenül két különböző helyen és időben is házasították őket. Egy másik kutatócsoport a kutya és a farkas elválását - az archeológiai leletekkel összhangban - kb. 15 ezer évvel ezelőttre teszi (Savolainen és mtsi., 2002), a házasítás elsődleges centrumának pedig Kelet-Ázsiát tartja. Az előbbi elképzelés alapján az ősi kutyák már a modern *Homo sapiens* mellett megjelentek, az utóbbi elmélet szerint, pedig a letelepedő, mezőgazdasági tevékenységet is folytató ember legelső háziállata a kutya.

Az ember és a kutya évezredek óta átívelő és máig fennálló kapcsolatának egyik kulcsa a hatékony együttműködésben rejlik. Két olyan fajnak a párhuzamos sikertörténete ez, melyek viselkedése hasonló biológia alapokra épül. Ennek egyik legfontosabb momentuma a társas vadászat és a fejlett szociális viselkedés. A kutya őse, a farkas – ellentétben sok más kutyafélével - felnőtt korban is fejlett szociális viselkedést mutat és a kommunikációjában alapvető szerepet kapnak a vizuális és hangjelek. (Clutton-Brock, 1999). A domesztikáció elsődleges okát és módját illetően több elmélet is született (lásd: Miklósi, 2007). Az egyik elmélet szerint a farkaskölykök kézből történő felnevelése időnként sikeres lehetett. Az északon élő inuit eszkimókról leírták, hogy kézből nevelt felnőtt farkasokat is be tudtak fogni a szánjaik elé, így elvileg nem elképzelhetetlen, hogy 1-1 kivételesen szelíd, szubmisszív fiatal állat ily módon felnevelkedhetett, és sikeresen szocializálódhatott a korai emberi csoportokban (Clutton-Brock, 1999). Egyes elképzelések szerint a kutyák őseit a vadászatban

nyújtott segítségük illetve jelző, őrző szerepük tette hasznossá az emberi közösségek számára. Egy viszonylag új hipotézis felvetette annak a lehetőségét is, hogy már több mint 100 000 éve zajló koevolúciós folyamatról van szó (Paxton, 2000), melynek során a kutyák viselkedése lényeges változásokon esett át, a farkasokhoz képest. A koevolúciós hipotézis szerint, a kutya és a modern *Homo sapiens* fejlődéstörténete közös úton haladt, melynek során a két faj egymás környezetét és adaptációs feltételrendszerét kölcsönösen befolyásolva formálódott. Az elmélet értelmében, az emberek területeivel átfedő élettérben élő farkasok az embercsoportok kísérőivé válhattak, az emberi táplálékmaradékok fogyasztásával biztosíthatták túlélésüket, és talán idővel kialakulhatott egy szelídebb farkaspopuláció, melynek tagjai megtanulták kihasználni az emberi környezet nyújtotta előnyöket. Az emberi csoportok közelsége idővel reprodukcióhoz vezetett, ami elősegítette a kutya önálló fajjá alakulását. Az új faj egyedének a farkasokkal összehasonlítva jelentősen csökkent agressziójuk, nagyobb szubmisszivitásra való hajlamuk és megnövekedett stressztűrő képességük megkönnyítette az emberi közösségekbe való beilleszkedésüket. Az ember közelében élő kutyák azután számos olyan viselkedési változáson mehettek keresztül, melyek az emberi viselkedést is jellemezték (Csányi, 2000). A koevolúciós elmélet értelmében azok az emberi közösségek is, melyeket a szelíd farkasok kísérték, előnyökhöz juthattak a többiekkel szemben. Sajnálatos tény azonban, hogy a több tízezer éve zajló domesztikáció elméletére nem állnak rendelkezésünkre archeológiai bizonyítékok. A legvalószínűbbnek talán az az elképzelés látszik, amely szerint a ma élő kutyák olyan farkas populációk leszármazottai, melyek a vadászó ill. a már letelepedett ember által hátrahagyott táplálék felesleget/maradékokat tudták kihasználni. Idővel ezeknek az állatoknak a populációi egyre inkább elszigetelődtek a „vad” farkasok csoportjaitól, ami idővel – akár az emberi közreműködés hatására is – reprodukcióhoz vezetett (Coppinger és Coppinger, 2001; Miklósi, 2007).

A háziállatok legjellemzőbb viselkedési tulajdonságai közé tartozik, hogy szelídebbek és csökkent agresszióval rendelkeznek vadon élő őseikhez képest. Ezek a tulajdonságok a domesztikált fajokra általában jellemző pedomorfózissal is kapcsolatba hozhatók, amelynek a viselkedési megnyilvánuláson túl jellemző morfológiai jelei is vannak (pl. rövidebb állkapocs, kölykös pofa). A viselkedési pedomorfózis természetes velejárója a fokozott szubmissziós hajlam, nagyobb viselkedési plaszticitás vagy a felnőttkori játékosság. E tulajdonságok előnyei az ember szempontjából megkérdőjelezhetetlenek és bár a különböző háziállat fajoknál kisebb-nagyobb mértékben megfigyelhetők, vitathatatlan tény, hogy leginkább a kutyára jellemzőek, ha a farkashoz hasonlítjuk őket (Fox, 1978; Price, 1999).



A sikeres együttélés egyik fontos feltétele a hatékony kommunikáció. Az ember és a kutya esetében ez elsősorban a vizuális és vokális jeleken keresztül valósulhat meg.

A farkasok vizuális jelrendszere igen fejlett (Fox, 1969). A kutya és farkas viselkedését összehasonlító vizsgálatokból kiderült, hogy a házasítás során a kutyák intraspecifikus kommunikációt elősegítő vizuális jelzései nagymértékű változáson mentek keresztül. Goodwin és munkatársai (1997) kimutatták, hogy egyes kutyafajtáknál az agonisztikus (fenyegető és behódoló) szignálok, fajtánként változó mértékben maradtak fenn. A morfológiai pedomorfiát mutató fajtáknál egyes jelzések teljesen eltűntek, amelyeknél pedig megmaradtak, ott is gyakran csak a játékos interakciók során, tehát a valódi agressziótól függetlenül jelennek meg. Ugyanakkor az interspecifikus – ember és kutya közötti – vizuális kommunikáció, legalábbis a fiatal kutyákkal sikeresebb, mint a hasonló szocializációs viszonyok közt felnevelkedő farkasokkal (Hare és mtsi., 2002; Gácsi és mtsi., 2005; Virányi és mtsi., 2008).

Az ember és kutya közötti vizuális kommunikáció egyik alapvető pillére a szemkontaktus keresése és a tekintet irányának követése, ami - szemben a farkasokkal - a kutyák egyik jellemző tulajdonsága. A kutyák képesek érzékelni az emberi figyelmi állapotot a testtartás, a fejtartás és a szemek láthatósága alapján, és ennek függvényében képesek megváltoztatni a viselkedésüket is (Gácsi és mtsi. 2004; Virányi és mtsi. 2004). Nem csak érzékelik az emberi tekintetet, hanem bizonyos szituációkban aktívan keresik a gazdájukkal a szemkontaktust. Amikor egy egyszerű manipulációs feladat betanítása után a kutyákat és az intenzíven szocializált farkasokat a feladat egy „megoldhatatlan” változatával szembesítették, azt tapasztalták, hogy a farkasok a problémát önállóan próbálták megoldani, miközben alig-alig néztek a gazdájukra. Ezzel szemben a kutyák hamarabb felvették a szemkontaktust a gazdával és hosszabban is néztek rá, mint a farkasok (Miklósi és mtsi., 2003). Miután a tekintet felvétele fontos velejárója az emberi kommunikációs interakciók kezdeményezésének és fenntartásának, feltételezhető, hogy ez a képesség előnyös tulajdonság lehet egy emberi közösségben élő állat számára is.

A kutyák ilyen irányú képessége tehát a domesztikáció hatását tükrözheti, mivel az ember által nevelt farkasok függetlenül az emberi környezetben őket ért hatásoktól, nem vagy csak sokkal kisebb mértékben keresik az ember tekintetét, egy probléma helyzetben, mint házasított rokonaik (Miklósi és mtsi., 2003). Egy másik fontos bizonyítékát az emberi tekintet keresésének és követésének fajspecifikus különbségeire az ún. mutatóteszt adta, melyekben kutatók egy edényben elrejtett táplálék helyét különböző emberi gesztikuláris jelzésekkel próbálták tudatni az alanyokkal. Az edény megérintésével járó jelzés

– „érintéses jel”-, sőt az ujjal történő mutatás (a mutató ember ujjá közel volt az edényhez) felismerése sem okozott gondot a farkasoknak, azonban még a legjobban szocializált fiatal farkas teljesítménye is elmaradt a kutyákétól (Miklósi és mtsi., 2003; Virányi és mtsi., 2008). A kutyák – némi tanulás után - megbízhatóan követték a „szemmel” történő mutatást is. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy a kutyák tekintet kereső és mutatáskövető képességében változások következtek be a háziasítás során. Az eredeti elképzelésekhez képest, melyek feltételezték, hogy a kutyák jobb teljesítménye a domesztikáció során kialakult megváltozott kommunikációs képességeknek köszönhető (Hare és mtsi., 2002; Miklósi és mtsi., 1998, 2005), a legújabb vizsgálatok szerint a fent említett eltérések inkább csak a fiatal egyedekre jellemzőek. Gácsi és munkatársai (2009) a fiatal farkasok gyengébb teljesítményének hátterében álló mechanizmusok közül a szociális viselkedésbeli különbségekre hívták fel a figyelmet. A 4 hónapos farkaskölykök agonisztikus viselkedése erőteljesebb, a táplálékkal kapcsolatos akcióinak kontrollja pedig gyengébb volt, mint az azonos korú és szocializációjú kutyakölyköké. Emellett az emberrel való szemkontaktus kialakításában is késlekedtek a kutyákhoz képest. Ezek a tulajdonságok magyarázatot adhatnak a fiatal állatok közötti teljesítménybeli eltérésekre. Mindezek mellett, ez a relatíve kismértékű viselkedési változás is alapját képezhette a kutyák humán közösségekbe történő sikeresebb beilleszkedésének.

A másik egyeddel létesített szemkontaktusnak több funkciója is lehet a kutya-ember viszonylatában. A farkasoknál a direkt szemkontaktus az agonisztikus interakciókban használt fenyegető jelzések egyike, és bár maga a jelzés a legtöbb vizsgált kutyafajtánál már nem figyelhető meg (Goodwin és mtsi., 1997), a kutyák képesek arra, hogy a hosszantartó humán szemkontaktust fenyegetésként értelmezzék (Vas és mtsi., 2005). Ez főként olyankor vált ki belőlük menekülési vagy akár támadó reakciót, ha a “fenyegetés” során a folyamatos szembenézés egy lassú, egyenletes közelítéssel is párosul, mialatt az ember nem szól az állatokhoz. A “fenyegető idegenre” mutatott viselkedési válaszok jellemző eltéréseit lehet megfigyelni az egyes fajták között, és egy adott egyed tekintetében a válasz típusa hosszútávon stabilnak bizonyult (Vas és mtsi., 2008).

Habár viszonylag kevés vizsgálat született az emberi hangjelzések szerepéről a két faj kommunikációjában, úgy tűnik, hogy a vizuális jelzések mellett a kutyák hatékonyan képesek kihasználni az ember akusztikus jelzéseit is (Pongrácz és mtsi., 2001a). Azonban mi, emberek is többé-kevésbé képesek vagyunk a kutyák vokális jeleinek értelmezésére. Az egyik legtöbbet vitatott hangjelzés e tekintetben az ugatás. Ez a hangjel féleség a kutyák egyik sokat vizsgált akusztikus kifejezőmódja, a kutyafélék közül leggyakrabban ennél a fajnál fordul elő. Míg a kutyák a szubmisszió kivételével szinte minden kontextusban hallatják, addig a

vadon élő kutyafélék sokkal ritkábban és szigorúan meghatározott szituációkhoz kötődően - csak fenyegetett helyzetben, fenyegetés közben és a csoporton belül – ugatnak (Lehner, 1978; Feddersen-Petersen, 2000). Sokáig úgy gondolták, hogy a kutyaugatás, mint neoténias jellegzetesség csak egy – kommunikációs szereppel nem rendelkező - evolúciós melléktermék (Cohen és Fox, 1976). Az ugatás kommunikációs funkcióját eleinte csak interspecifikus (kutya-kutya) kontextusban vizsgálták, viszonylag kevés eredménnyel (Cohen és Fox, 1976). A kutyaugatás funkcióját illetően ma már egyre valószínűbbnek látszik az a feltételezés, hogy az ugatás (elsősorban, vagy részben) az embernek (is) szóló kommunikációs forma (Feddersen-Petersen, 2000; Pongrácz és mtsi., 2005). A különböző ugatások akusztikailag jól elkülöníthetőek (Yin, 2002; Pongrácz és mtsi., 2005; Molnár és mtsi., 2008). Ez képezte az alapját azoknak a kísérleteknek, ahol a kutatók kimutatták, hogy az emberek az ugatást hallva képesek felismerni a kutya által észlelt helyzetet, és képesek felmérni a kutya belső emocionális állapotát („hangulatát”) is (Pongrácz és mtsi., 2005, 2006). Ráadásul mindezt „kutyás előéletüktől” függetlenül tudták megtenni, azok is felismerték az ugatáshoz tartozó szituációkat, akiknek nem volt kutyájuk. Szemben a farkasok ritkán megjelenő, mély frekvenciájú, érdes ugatásával, ami jellemzően az agresszív vokalizációk közé sorolható (Feddersen-Petersen, 2000), a kutyaugatás tág határok között változik mind a frekvencia, a tonalitás és számos más változó tekintetében is (Yin, 2002; Pongrácz és mtsi., 2005). Akusztikai paraméterei révén, eleget tesz a Morton szabálynak (Morton, 1977), mely szerint a mély, érdes hangok agresszivitást fejeznek ki. A magas, tonális hangok inkább a behódoló, barátságos és játékos belső állapotokra utalnak, melyek nélkülözik az agresszív tendenciákat. Mindez arra utal, hogy a kutya esetében az evolúciós változás lényege éppen abban állt, hogy a csak kevés kontextusban és viszonylag hasonló funkcióval használt farkasugatás a Morton-szabályoknak megfelelő változásokon ment át, és a kutyánál ugyanaz a hangtípus különféle belső állapotok kifejezésére szolgálhat. A domesztikáció és az azt követő szelekció során is előnybe kerülhettek az “érthető ugatású” kutyák, ami a kutyákkal való kommunikáció hatékonyságának további javulását eredményezte.

Az ember és kutya kapcsolatának egyedülálló voltát talán leginkább a kutya gazdája iránti kötődése jelzi. Bowlby (1969) a kötődést olyan tartós, aszimmetrikus szociális kapcsolatnak tekinti, amely feltételezi a kötődő egyed függőségét egy másik egyedtől, amely számára biztonságot nyújt. Az állatvilágban a leginkább azoknál a fajoknál figyelhető meg, melyek utódai viszonylag fejletten jönnek a világra, és bár önálló helyváltoztatásra az egyedfejlődésük korai szakaszától képesek, még hosszú időn keresztül szükségük van a szülői gondoskodásra (pl. fészekhagyó madarak, patások, primáták). A kötődési viselkedés jellemző

elemei az adott egyedre mutatott preferencia, közelségének keresése és fenntartása, amely alapvetően az anya-utód vonatkozásában az utód veszélyforrásoktól való védelmét és a különböző erőforrásokhoz (meleg, táplálék) való hozzájutását/juttatását szolgálják ezeknél az állatoknál. A hosszabb anyai gondozást igénylő fajoknál az anya iránt mutatott kötődés az egyedfejlődés során fokozatosan csökken. Szemben az anyjukhoz erősen kötődő egyes emlős fajokkal (pl. egyes patások vagy primáták), a kutyák biológiai anyjuk iránti kötődése kölyökkorban nem kifejezetten erős (Ross és mtsi., 1960), és a szeparációkor jelentkező stresszt más fajtársak is csökkenteni tudják (Elliot és Scott, 1961).

A különböző állatfajok ember felé irányuló kötődése ill. szociális vonzódása lényegesen ritkább és általában a kapcsolat kialakulása az egyedfejlődés egy jól behatárolható, szenzitív időszakához köthető (pl. Markowitz és mtsi., 1998; Pongrácz és Altbäcker, 1999; Krohn és mtsi., 2001), hasonlóan a biológiai anya felé megnyilvánuló kötődéshez. A kutyáknak egy adott ember felé irányuló kötődése több szempontból is különbözik más fajok ember iránti szociális vonzódásától. A gazda iránti kötődés már 3-6 hónapos korukban is kimutatható és felnőttkorukban is megmarad (Gácsi, 2003, Topál és mtsi., 1998, 2005). Azonban nem csak kölyökként, hanem felnőtt korban is képesek igen rövid idő alatt kötődési viselkedést kialakítani egy ember irányában (Gácsi és mtsi., 2001). Feltételezhetően ez a fajta kapcsolat más mechanizmusok segítségével jön létre, mint a bevésoedés jellegű korai tanulásformák, melyek alapvetően a szülői felismerést szolgálják (Gácsi, 2003). A kutyák kötődési viselkedése hosszabb távon is stabilnak mutatkozott, az ismételt tesztelésekben egyedi szinten azonos viselkedési mintázatokat mutattak (Gácsi, 2003).

Topál és munkatársai (1998) igazolták, hogy a családban élő kutyák és gazdájuk kapcsolata több szempontból is analógnak tekinthető a gyerek-anya kötődéssel. A humán kutatásokból ismert Idegen Helyzet Teszt kutyákra adaptált változatával sikerült kimutatniuk, hogy a kutyák gazdájukkal szemben a kötődés jellemző viselkedésformáit mutatják. Egy idegen helyen a gazdától történő elválasztás szeparációs stresszt okoz az állatoknak, lecsökken az explorációs és játékos viselkedések száma, túlnyomórészt az ajtóban állnak. A gazda újbóli felbukkanásakor azonnal keresik a gazdájuk közelségét, kontaktusba lépnek vele. Egy idegen személlyel szemben lettől eltérően viselkednek, kevésbé keresik a közelségét és kevesebbet játszanak vele. Az idegen jelenléte csak kis mértékben csökkenti a szeparáció okozta stresszt.

Lényeges különbség mutatható ki az intenzíven szocializált farkasok és a hasonló módon nevelt kutyakölykök Idegen Helyzet Tesztben tapasztalható viselkedésében. A

kutyákkal szemben, a farkasok csak kevés időt töltöttek az ajtóban a gazda távollétében és azonos módon üdvözölték, illetve követték az idegent, mint a gazdájukat. Ez azt mutatja, hogy az intenzív szocializáció ellenére a farkasokban nem alakul ki olyan fajta intenzív kötődés egy adott ember iránt, mint a hasonló módon vagy kevésbé szocializált kutyák esetén (Topál és mtsi., 2005). A domesztikáció során a kutyák kötődési viselkedése megváltozott a farkasokhoz képest, amelyeknél az anya iránti kötődés/szociális vonzódás igen hamar, az elválasztás után megszűnik és a továbbiakban csak a falka iránti szociális vonzódást lehet náluk megfigyelni (Rabb és mtsi., 1967).

Sajnálatos tény, hogy más állatfajokhoz képest igen keveset tudunk azokról a élettani folyamatokról, melyek a kutyák viselkedésének hátterében állnak, holott ezek feltárásával jobban megérthetnénk azokat az idegrendszeri/motivációs mechanizmusokat, melyek viselkedésük alapvető mozgatórugói.

Miután elsődleges célunk a kutyák viselkedési aktivitásától egyértelműen elkülöníthető pszichés és kognitív kardiális válaszok vizsgálata volt, a továbbiakban szeretnénk áttekinteni a szabadon mozgó állatok szívritmus és szívritmus-variancia mérésének és értékelésének módjait, és azoknak a tényezőknek a szerepét, melyek ezen paraméterekre hatással lehetnek.

### **1.3 A szívműködés vizsgálata**

#### **1.3.1 A szív**

Az emlősök szíve tompa, oldalt nyomott, kúp alakú, izmos falú, üreges képződmény (módosult érszakasz), a vérkeringés központi szerve. A mellüregben, a szívburokban helyezkedik el. Baloldalt a 3-6. bordaköz síkjának alsó kétharmadában található, tengelye caudoventrálisan és kissé balra irányul. A tengely a húsevőkben a vízszinteshez esik közelebb. Az emlősök szíve átlagosan a testtömeg 0.59%-t teszi ki. Ehhez képest a farkasok és kutyák szíve is relatíve nagy. A farkasok esetében a szív a testtömeg 0.93–1.07%-a, a kutyáknál - fajtától függően - 10-500 g, a testtömeg 0.64-0.74 %-a (Constable és mtsi., 1998; Fehér, 2000).

A szívnek nincs szüksége külső ingerre, mert önálló ingerképző és ingerületvezető rendszere van, ami két részből áll; a sinuscsomóból (Keith-Flack csomó), és a pitvar-kamrai csomóból (Tawara-féle csomó) és az abból eredő His-kötegből. A szív kettős efferens beidegzésű, mind az izomszövetet, mind az ingerületvezető rendszert vegetatív idegrostok is ellátják. E beidegzés teszi lehetővé a szívműködés élettani adaptációját az állat mindenkori állapotához (pl. nyugalmi állapot, aktív fizikai munka, menekülés, támadás stb.). A szív ingerképző és ingerületvezető rendszerén kívül a szív izomzatában több helyen is megtalálhatók az ún. intramuralis ganglionok, melyek szimpatikus gyorsító és a bolygóidegből (n. vagus) származó paraszimpatikus gátló rostokat kapnak, és ezek egymással összeköttetésben állnak (Fehér, 2000). Hogyha a paraszimpatikus efferenseket bénítjuk (pl. atropinnal vagy hűtéssel), a szívműködés felgyorsul, a szívhez futó szimpatikus rostok blokkolása nyugalomban viszont nem jár jelentős szívritmus változással. Ebből arra következtethetünk, hogy – noha rendelkeznek szívritmus gyorsító képességgel – a szimpatikus efferensek a szív alapritmusának szabályozásában nem vesznek részt, az jellemzően a vágusz ideg kontrollja alatt áll. A vágusz tónus csökkenése gyorsulást, emelkedése lassulást idéz elő. A szívizmok összehúzódási erejének szabályozását azonban elsősorban a szimpatikus beidegzés végzi (Bárdos, 2003), ill. a szimpatikus tónus fokozott aktivitása csak a nagyobb megterhelésekkel kapcsolatos jelentős frekvenciaszaporulatban játszik szerepet (Bálint, 1981).

#### **1.3.2 A szívritmus**

A szív összehúzódások számának egységnyi időre (1 percre) számított értéke az ún.

szívfrekvencia vagy köznapibb nevén a szívritmus. A szívritmus már igen régen a legszélesebb körben elterjedt „pszichofiziológiai paraméter”. Népszerűsége részben abból adódik, hogy regisztrálása technikailag aránylag könnyű, az orvostudományban igen régen alkalmazott EKG, ill. az artériás pulzusz mérésén alapszik.

A szív működés kapcsán fellépő elektromos aktivitás az egész testben elektromos erőteret létesít, amely megfelelő érzékenységgű feszültség-regisztráló készülékkel a testfelszínen elhelyezett elektródákkal mérhető. A feszültségváltozást regisztráló görbét elektrokardiogrammnak (EKG) nevezzük. Az elektrokardiogrammon maximumok és minimumok jelentkeznek, amelyeket hullámoknak vagy kilengéseknek nevezünk. A nullavonal (izoelektromos vonal) felett elhelyezkedő hullámok a pozitív, a nullavonal alattiak a negatív hullámok. Az egyes hullámok jelölése konvencionálisan betűkkel (P-Q-R-S-T) történik. Az EKG görbén a legjellemzőbb pozitív hullám az R-hullám. Az ezt megelőző és követő 2 hullám (Q-hullám és S-hullám) is kis negatív irányú. E három hullám együttesen alkotja az ún. QRS komplexust (Bálint, 1981).

A szívritmusban bekövetkező gyors változások általában a vágusz reguláció eltolódásából adódnak. A pitvar-kamrai csomó a vágusz aktivitásra általában 1-2 szívütésen belül reagál, és körülbelül 5 másodpercen át marad fenn. A szimpatikus rendszer általi reguláció ennél lassabb, az első reakcióig akár 5 másodperc is eltelhet, a maximális válasz általában 20-30 másodperc múlva figyelhető meg (von Borell és mtsi., 2007).

A szívritmust elsődlegesen a szervezet metabolikus szükségletei szabják meg (Obrist, 1981). Már régóta összefüggésbe hozták az arousal (izgalmi állapot) energiamobilizációs koncepciójával. E szerint az inger energia mobilizációt vált ki, ami növeli az anyagcsere követelményeket. A szív munkája és az anyagcsere követelmények kielégítése szorosan összefügg, ezért a szívritmust az arousal objektív indexének tartották. Igen változékonnyá válik az élettani paraméter, szinte az összes külső és belső környezeti inger, amivel az egyednek egy adott időben szembesülnie kell – „meg kell küzdenie” – hatással lehet rá (Wascher és mtsi., 2008a).

Habár elsődlegesen a fizikai aktivitásból és a test hőmérsékletének szabályozásból adódó energia szükségletek hatnak rá, számos kutatás igazolta, hogy a helyzet sokkal bonyolultabb, s nem lehet a szívritmus változásokat kizárólag csak az energiamobilizáció szempontjából tekinteni. Az élettani szívritmus válaszmintázatok ugyanis rendkívül különfélék: a válaszmintázat függ az individuumtól és az inger természetétől. A mozgásból adódó „motoros” komponens mellett a szív működésére hatással van a „pszichikai” komponens is, amely többek között függ az egyedet érő különböző ingerhatásoktól ill. az elkövetkező

akciókra való felkészüléstől (Marchant és mts.-i 1997). Állatoknál belső állapot változást kiváltó ingerként szolgálhatnak pl. a tápláléktól származó jelek (Kostarczyk és Fonberg 1982b) vagy a szociális társaktól jövő jelek (Bernston és Boysen, 1989) is.

### 1.3.3 A szívritmus-variancia

A szívritmus vizsgálata sokszor önmagában nem nyújt elegendő információt a háttérben zajló idegi folyamatokról. Egészséges állatoknál (és embereknél) az egymást követő szív ciklusok közötti időtartam nem egyforma nagyságú. Folyamatos változása jól tükrözi az állat változó pszicho-fiziológiai állapotát. Mint korábban már említettük, a szív működését alapvetően a vegetatív idegrendszer két nagy alrendszere szabályozza. E kettő állandó kölcsönhatásban van, de ez nem feltétlenül derül ki akkor, ha a szív aktivitását csak a szívritmus mérésével rögzítjük. Habár önmagában ez is sok információt nyújthat, végső soron az idegrendszer két ágának interakciójából származó eredő hatást tudjuk csak vele mérni. A szívritmus-variancia mérése viszont lényegesen több információval szolgálhat a vegetatív idegrendszer működését illetően (Marchant-Forde és mtsi., 2004). A vegetatív idegrendszer szimpatikus és paraszimpatikus ága egymással szinkronban ill. egymástól függetlenül is kifejtheti hatását, ami azt is jelenti, hogy a vegetatív aktiváció többféle mintázatot is mutathat.

A szimpatikus rendszer inkább a stresszben jelentkező vészreakciókat vezérli, míg a paraszimpatikus ágnak a szervezet helyreállítását szolgáló funkciói vannak. A két alrendszer aktuális állapota határozza meg a szívritmuskódást. Például egy szituációban jelentkező fokozott szívritmus létrejöhet akár szimpatikus izgalom, akár vágus gátlás, akár a kettő súlyozott összegének hatására is. Olyan nem invazív módszerre van tehát szükség, mely egy időben monitorozza a szimpatikus és paraszimpatikus aktivitást, s ugyanakkor lehetővé teszi azoknak szétválasztását. A szívritmus - ill. szívperiódus-variancia vizsgálatával lehetőség nyílik a vegetatív idegek aktuális aktivitásának felmérésére.

Egy egészséges egyednél (embernél és állatnál egyaránt) teljesen nyugodt körülmények között sem egyenletes a szívritmus, hanem jellemző ingadozásokat mutat (von Borell és mtsi., 2007). Az EKG két szomszédos R hulláma között eltelt időt szívperiódusnak vagy RR intervallumnak nevezik. A szívperiódust milliszekundumban (ms) mérik. A szívritmus (SzR) és szívperiódus (SzP) közötti összefüggés a következő:  $SzP \text{ (ms)} = 60000 / SzR$ , (1 perc = 60000 ms). Egy percenként 60-as szívritmusnál a szívperiódus vagy RR intervallum hossza 1 sec, vagyis 1000 ms. Ez nem azt jelenti, hogy minden egyes RR intervallum 1000 ms. Normális körülmények között sajátos periodicitások figyelhetők meg a szívperiódus sorozaton (tehát pl. egyszer 1000 ms, aztán 1015, majd 1020, 1028, aztán 982, 992, újból 1000). Az



egyik ilyen jellemző periodicitás a légzéssel párhuzamos. Belégzéssel egyre gyorsul a szívritmus, kilégzésnél pedig lassul. Ezt a jelenséget nevezik légzési szinusz-aritmiának. A jelenség paraszimpatikus blokáddal (atropin), vagy szívhez futó vágus ideg átvágásával megszüntethető (Akselrod és mts.-i, 1985). A légzési szinusz-aritmiánál lassúbb, hosszabb periódusidejű oszcilláció is jelentkezik a szívritmus ingadozásaiban. Ennek kialakulásáért az ún. baroreflex felel, amely a vérnyomás periodikusan jelentkező Mayer-hullámainak a tükröződése. Kialakulásában szimpatikus és paraszimpatikus hatások is tükröződnek (Akselrod és mts.-i, 1985; Pagani és mts.-i, 1986). Ismerünk egy harmadik, még lassabb oszcillációt okozó hatást is, amelyet a vazomotor tónus termoregulátoros fluktuációival, valamint a vese renin-angiotenzin rendszerének működésével hoznak kapcsolatba (Kitney, 1975).

A szívritmus-variancia vizsgálatára számos módszert fejlesztettek ki (Task Force, 1996). A két legáltalánosabban alkalmazott módszer a variancia ún. időtartományban ill. frekvencia-tartományban történő vizsgálata (spektrál analízis). Mindkét esetben viszonylag hosszabb időtartamok alatt mért regisztrátumokat használnak fel. A rövid-távú regisztrátumok 2-5 perces adatsorokat, a hosszú távú regisztrátumok általában 24 órás folyamatos felvételeket jelentenek. Az idő- és frekvencia-tartományban történő variancia vizsgálatok kétféle megközelítést jelentik a szívritmus (szívperiódus) intervallumok elemzésének, melyeknek révén a paraszimpatikus és a szimpatikus aktivitás mértéke elkülöníthetővé válik (Task Force, 1996).

Az idő tartományban végzett elemzések során használt statisztikai paraméterek pl.:

**RR intervallum (ms):** Az EKG görbe két szomszédos R csúcsa közti távolság.

**mRR (ms):** (mean RR) Az RR intervallumok hosszának, egy adott jelszakaszra számított átlaga.

**SDNN (ms):** (standard deviation RR; standard deviation of the NN - normal to normal - intervals) Az RR távolságok teljes jelszakaszra számított szórása. Fontos szem előtt tartani, hogy csak azonos időtartamú szakaszok hasonlíthatók össze.

**RMSSD (ms):** (square root of the mean of the sum of the squares of differences between successive RRs) A szomszédos RR intervallumok különbségének effektív értéke, a paraszimpatikus aktivitás becslésére alkalmas paraméter.

**NN50 count:** (number of pairs of successive RRs differing by more than 50ms) Az 50msec-nál nagyobb mértékben eltérő RR intervallum párok száma, a paraszimpatikus aktivitás becslésére alkalmas paraméter.

E paraméterek a szívritmus-varianciát befolyásoló szimpatikus és paraszimpatikus

rendszer együttes-, ill. a paraszimpatikus aktivitás relatív hatását tükrözik.

Az un. spektrális analízis során az RR intervallumok változásait a frekvencia tartományban vizsgálják. Ehhez az adatsorok lineáris interpolációjára van szükség, majd ezeket az újrászámolt adatsorokat gyors Fourier transzformációval bontják különböző spektrális komponensekre. A RR intervallumok sorozatában a légzéssel szinkron lezajló oszcilláció a spektrumban egy jellegzetes csúcsot eredményez, az un. magasfrekvenciás vagy légzési csúcsot. E csúcs centrális frekvenciája a légzési frekvenciának felel meg. Embernél ez a 150-450 mHz-es (esetenként 150-400 mHz-es) tartományban található (9-27 légzés/perc), a már korábban említett légzési szinuszaritmia jelenséget tükrözi (Task Force, 1996). Az állatoknál - fajonként változó módon -, a légzés gyakoriságának függvényében történik a magasfrekvenciás tartomány beállítása (pl. ló: 130-260 mHz, szarvasmarha: 200-580 mHz, tyúk: 330-670 mHz, von Borell és mtsi., 2007; kutya: 150-1000 mHz, Minors és O'Grady, 1997). Egy másik jellegzetes oszcilláció az RR intervallumokban a vérnyomás változásaihoz köthető, a spektrumban az un. baro-csúcs vagy alacsonyfrekvenciás csúcsban (amit máshol közép frekvenciás csúcsnak neveznek) jelentkezik. E csúcs centrális frekvenciája embernél (és állatoknál is) 40-150 mHz-nél van, ami percnként 2,4 - 9 –szer jelentkező periodicitásnak felel meg. Az un. nagyon alacsony frekvenciás (vagy alacsony frekvenciás) tartomány élettani jogosultsága vitatott, a 40 mHz alatti frekvencián zajló változásokkal hozzák összefüggésbe. A fentiek alapján a következő változók értékeit szokás ismertetni:

**Total power (ms<sup>2</sup>):** Teljes spektrális teljesítmény, az összes RR intervallum varianciája.

**HF (ms<sup>2</sup>):** (high frequency) A magas frekvenciás komponens spektrális teljesítménye.

**LF (ms<sup>2</sup>):** (low frequency) Az alacsony frekvenciás komponens spektrális teljesítménye.

**VLF (ms<sup>2</sup>):** (very low frequency) A nagyon alacsony frekvenciás komponens spektrális teljesítménye.

**LF/HF ratio:** Az alacsony és magasfrekvenciás komponensek aránya, a szimpatikus-paraszimpatikus egyensúlyt tükrözi.

**HF/total power:** A magasfrekvenciás komponens relatív aránya – paraszimpatikus hatást tükröz.

A szívritmus/szívperiódus-variancia elemzésekor a különböző spektrális komponensek meghatározott frekvenciahatárok közötti sávjainak teljesítményét hasonlítják össze, ami rávilágít a szimpatikus és paraszimpatikus hatások relatív arányaira. A szívritmus-variancia spektrális elemzésére minimum 2-5 perces, folyamatos és hibátlan adatsorok elemzését tartják elfogadhatónak (Task Force, 1996; von Borell, 2007).

Az aktuális szívperiódus/szívritmus-variancia jellemzőinek elemzése a vegetatív

idegrendszer működésnek nem-invazív vizsgálatát teszi lehetővé. A humán kutatásokban az elmúlt évtizedekben egyre inkább előtérbe került a különböző betegségek (pl. a szív működés rendellenességei, a hirtelen szívhalál, diabeteses autonóm neuropathia, magas vérnyomás) és rendellenes mentális állapotok (pszichiátriai betegségek) és a háttérükben álló vegetatív funkciók problémák kapcsolatának vizsgálata (Task Force, 1996). A hirtelen szívhalált gyakran rosszindulatú kamrai aritmia váltja ki. Kulcsfontosságú lehet azoknak a pacienseknek a kiválasztása, akiket ez a veszély fokozottan fenyeget. Az alacsony szívritmus-variancia és a szívinfarktus utáni fokozott halálozási arány közötti összefüggéseket már a 80-as években leírták (Kleiger és mtsi., 1987). Láng (1994) szintén igazolta azt a feltételezést, hogy a hirtelen szívhalál háttérében a szívritmus-variancia csökkenése áll. Különböző kockázati csoportokhoz tartozó betegek szívperiódus-varianciájának spektrális analízise után kiderült, hogy a malignus kamrai aritmia kifejlődését előre jelezheti a vegetatív aktivitás csökkenése. A kamrai aritmiára hajlamos betegek szívperiódus-variancia spektrumának mind a közép- mind a magas-frekvenciás komponensei igen erősen lecsökkentek, azaz mind a szimpatikus mind pedig a paraszimpatikus (vágusz) hatás gyengülése megfigyelhető volt ezeknél a betegeknél.

#### **1.4 A szív működését befolyásoló tényezők**

A viselkedés-élettani kutatások során az állatok szívritmus válaszait általában olyan tényezőkkel kapcsolatban vizsgálják, mint pl. a különböző betegségek (pl. Mohr és mtsi., 2002); a stressz (pl. Bachmann és mtsi., 2003; McCall és mtsi., 2006); a tartási körülmények (pl. Marchant és mtsi., 1997); az egyedek temperamentumának (pl. Visser és mtsi., 2002) és érzelmi (pl. Rietmann és mtsi., 2004; Christensen és mtsi., 2005; Désiré és mtsi., 2004; 2006) és kognitív állapotainak (Langbein és mtsi., 2004) hatásai. Miután a vizsgálatokat általában szabadon mozgó egyedeken végzik, a viselkedési és pszichés hatások külön-külön is befolyásolhatják a mérési eredményeket.

##### **1.4.1 A fizikai aktivitás hatása a szívritmusra**

Az állat fizikai aktivitása - akár kívülről is egyértelműen látható mozgásról (pl. helyváltoztatás), akár olyan apró izom-feszülésekről van szó, amit nem lehet könnyen észrevenni – hatással van a szívritmusra. Az energiafogyasztás fokozódásával a szívritmus is megnő (Major, 1998). A szívritmus változása jól tükrözte az albatroszok energia költségeit, amikor az aktív és passzív állapotokban lévő egyedek szívritmusát és oxigén fogyasztását párhuzamosan mérték egymással (Bevan és mtsi., 1994). Ugyanakkor fókákkal végzett

megfigyelések során azt tapasztalták, hogy a szívritmus változása és az egyed energia fogyasztása nem minden viselkedésformánál mutat egyértelmű összefüggést (McPhee és mtsi., 2003).

A szív működést tehát nagymértékben befolyásolja az egyed viselkedése. Ez elsősorban a fizikai vagy motoros komponens révén hat a szívritmusra, mint pl. különböző testhelyzetek vagy a helyváltoztatás hatásai. Major (1998) részletesen megvizsgálta a különböző mozgásformák hatását a rhesus majmok szív működésére. Az állatok viselkedését a szívritmus mérésével párhuzamosan lépésről lépésre követték. Megkülönböztettek aktív helyváltoztató viselkedésformákat (járás, mászás, ugrás, stb.) és olyanokat, melyben az állat egyhelyben maradt (ülés, állás, függeszkedés). Az ülés, mint viselkedési kategórián belül különbséget tettek nyugodt ülés és „mozgolódva” ülés között, amikor az állat ült ugyan, de közben vakaródzott, tisztálkodott, stb. Kiderült, hogy az ülő állatok apróbb mozdulatai is átlagosan 17%-kal emelik az egyedek szívritmusát ahhoz képest, mint amikor úgy ülnek, hogy nincsenek látható mozdulataik. A helyváltoztatás pedig átlagosan 45%-os szívritmus növekedést eredményezett. A fiatal és idősebb egyedek szívritmusának változása más-más mértékű volt az egyes helyzetek között. A felnőttek szívritmusa nagyobb mértékben nőtt meg az aktivitás növekedésével, mint a fiatal egyedek szívritmusa. A kutató az eredményekből azt a következtetést vonta le, hogy mielőtt egy állat esetében a pszichés változásokat bizonyos élettani változások (jelen esetben a szívritmus) mérésével próbáljuk nyomon követni, fontos figyelembe venni az egyedek aktuális fizikai aktivitását is, hiszen gyakran még apróbb mozdulatok is a szívritmus emelkedését okozhatják. Sirályoknál hasonló eredményeket kaptak (Kanwisher és mtsi., 1978). Az egyhelyben lévő madarak esetében a „körül nézés”, vagy tollászokodás 20%-os -, a szárnycsapkodás akár 100%-os szívritmus növekedést eredményezett.

A szürke ludak szívritmusa - az olyan mozgásformák közben, amelyek nem voltak egyértelműen szociális hatásokhoz köthetők – szintén nagymértékben függött a mozgásforma típusától. Fekvés vagy vízen lebegés közben 100/perc körüli értékeket mértek, séta vagy felrepülés alatt pedig szignifikánsan megnőtt az állatok szívritmusa. Érdekes módon nem csak a mozgás maga, hanem az arra való felkészülés is nagymértékű szívritmus emelkedéssel járt, ami akár már 19 másodperccel a felrepülés előtt is kimutatható volt, holott az állatok viselkedése nem „indokolta” ezt a mértékű növekedést (Wascher és mtsi., 2008a).

Az állat általános aktivitása a szívritmus mérésével jól nyomon követhető. A magasabb fokú fizikai aktivitást végző állatoknál majdnem minden esetben magasabb szívritmus értékeket is tapasztaltak. A házi tyúkok szívritmusa jól tükrözte a napi ritmusukat is. Nappal,

az aktív szakaszban, amikor sokat mozogtak, a szívritmusuk is magasabb volt - kb. 280-300/perc-, míg a nyugalmi időszakban a szívritmusuk jelentősen lecsökkent, kb. 220-240/perc körüli értékekere (Korte és mtsi., 1999). A szívritmus általában a fekvő ill. alvó állatoknál a legalacsonyabb (Marchant és mtsi., 1997; Palestini és mtsi., 1998; Webster és Jones, 1998).

Amikor az állatok aktivitását hosszabb távon vetették össze a szív működés váltoásaival az egyik legjellemzőbb szívritmus emelkedést okozó viselkedésformának a táplálék felvételt találták (pl. sertés: Marchant és mtsi., 1997; házi nyúl: van den Buuse és Malpas, 1997; házi juh: Palestini és mtsi., 1998; ló: Rietmann és mtsi., 2004; McCall és mtsi., 2006). A sertések szívritmusa akkor volt a legmagasabb, amikor az állatok táplálkoztak (102-118/perc) és akkor a legalacsonyabb, amikor feküdtek (55-66/perc). Iváskor és turkálás közben köztes értékeket mértek (Marchant és mtsi., 1997). A nyulak egyedek napi aktivitása és szívritmusa 24 órás ritmust követett. Nyugalmi állapotban 141-161/perces szívritmust regisztráltak, míg ez az érték 206-224/percre nőtt, amikor az állatok aktívak voltak, ami jellemzően az etetési időszak tájára esett. Az etetési időszak megváltoztatásával (délutánról reggelre) az aktivitási és ezzel együtt a szívritmus maximumok is eltolódtak az új etetési időszakra, azaz az állatok szívritmusának napi ingadozása sokkal inkább a táplálkozás idejétől semmint a világos-sötét ciklustól függött (van den Buuse és Malpas, 1997). Szabadban tartott rénszarvasok 24 órás monitorozása közben az egyedek szívritmusa 24 és 182 ütés/perc között változott (Nilsson és mtsi., 2006) és szintén a táplálék felvétel alatt mérték a legmagasabb értékeket. A rénszarvasok szív működését nemcsak a mozgás típusa, hanem a sebessége is befolyásolta, minél gyorsabban léptek vagy futottak, annál magasabb volt a szívritmusuk is (Fancy és White, 1986).

A mozgási aktivitás mértéke mellett az edzettségnek is hatása lehet a szív működésére. Visser és munkatársai (2002) a lovaknál azt tapasztalták, hogy egy új tárgy tesztben a tréningezett egyedek szívritmus növekedése minden életkorban szignifikánsan kisebb mértékű volt, mint a tréningezetlen csoportba tartozóké, míg a szívritmus-variancia növekedése a tréningezetlen lovaknál volt nagyobb mértékű. A sertéseknél szintén kimutatható volt a fizikai kondíció szív működésre gyakorolt hatása (Marchant és mtsi., 1997). Az egyedi, kisméretű (2m x 0.6m) kutricákban tartott sertések szívritmusa nyugalmi állapotban magasabb volt, mint a nagyobb helyen, csoportban tartott állatoké. Ezt a kutatók a mozgásszegény környezetben tartott egyedek csökkent kardiovaszkuláris edzettségével magyarázták.

## **1.4.2 A szív működést befolyásoló pszichés és kognitív tényezők**

### Stressz és szívritmus

A stressz alapvetően két nagy alrendszer működésével hozható kapcsolatba. A hipotalamusz-hipofízis-mellékvesekéreg (HPA) tengely a lassúbb válaszáért felel, a hatástól számított néhány percen belüli glükokortikoid szintézist indukál. A gyorsabb, másodpercen belüli reakciót a szimpatikus-mellékvesevelő (SAM) tengely szabályozza, katekolaminok ürülésével, a szívritmus és a vérnyomás módosulásával jár. Így a glükokortikoid szintjének mérése mellett, a szívritmus is az egyedet érő stresszorok közvetlen indikátora lehet (de Vries és mtsi., 2003). A vegetatív idegrendszer aktivitását jól tükröző szívritmus mérése a stressz vizsgálatának egyik elfogadott módja gerinces állatoknál (Loijens és mtsi., 2002; Hopster és mtsi., 2002).

Mint már korábban említettük, a fizikai aktivitás jelentős mértékben befolyásolja az állatok szívritmus változásait, amit a kísérleti eredmények értékelésekor mindenképpen figyelembe kell venni. Ezért a stressz hatások vizsgálata során a kutatók megpróbálják a kísérleti állatok mozgási aktivitását többé-kevésbé kontrollálni (Rushen és mtsi., 1999; Mohr és mtsi., 2002; Visser és mtsi., 2002), illetve a kiértékelések során azokat a megfigyelési szakaszokat hasonlítják össze, ahol az egyedek fizikai aktivitása nagyjából hasonló (Rietmann és mtsi., 2004; Christensen és mtsi., 2005). Egy további megoldási mód, hogy a fizikai aktivitásból adódó motoros - és a nem-motoros szívritmus választ statisztikai modellek segítségével választják külön (Visser és mtsi., 2002).

### A félelmi reakciók vizsgálata

Az állatjólléti vizsgálatok egyik legfontosabb kérdése az, hogy az állatokat érő különböző környezeti ingerek közül melyek okozhatnak stresszt ill. ezen ingerek mely tulajdonságai fontosak az értékelés szempontjából. Az egyik legtöbbet vizsgált negatív emocionális állapot a félelem. A félelem az állatok egyik legalapvetőbb emóciója (Jones, 1997), amely egy aktuális veszély érzékelése következtében lép fel. A félős állat viselkedése igen sokféle lehet, amit gyakran a fenyegető veszélyforrás jellegzetességei befolyásolnak. Aktív védekező (fenyegetés, támadás), aktív elkerülő (elbújás, eltávolodás) vagy a passzív elkerülő (dermedés) viselkedést mutathat, mellyel a potenciálisan veszélyes helyzeteket tudja elkerülni (Forkman és mtsi., 2007). A félelem viselkedési jelzői lehetnek továbbá a jellegzetes fejtartások, mimikai jelzések vagy bizonyos hangok (pl. a vészkiáltások). Habár adaptív

értéke megkérdőjelezhetetlen, a megjósolhatatlan, intenzív, elhúzódó és elkerülhetetlen félelem komolyan veszélyeztetheti az állatok mentális és fizikai jóllétét. A félelemben lévő állat túl azon, hogy veszélyes lehet a többi állatra és az emberre nézve is, lényegesen nehezebben kezelhető, mint szelídebb társai. Míg a különböző állatfajok és még az egy fajba tartozó egyedek között is igen nagy eltérések lehetnek annak tekintetében, hogy mitől ijednek meg vagy félnek, a félelmet kiváltó ingerek általános jellegzetességekkel bírnak (King és mtsi., 2003). Félelmi állapotot idézhetnek elő az új, vagy hirtelen/gyorsan mozgó dolgoktól származó ingerek; az olyanok, melyek speciális evolúciós veszélyhelyzeteket jeleznek (pl. mélység, sötétség); a szociális interakciókban az egyedet érő speciális ingerek (pl. vészjelzések); és egyes kondicionált ingerek (Boissy, 1998).

A félelmi állapot a jellegzetes viselkedésformák megjelenése mellett jellemző élettani változásokkal is együtt jár. A különböző hormonális változásokon (pl. kortizol szint növekedése) túl, kardiovaszkuláris változások kísérik. A félős egyednek a legtöbb esetben megnő a vérnyomása és a szívritmusa is. A szívritmus emelkedéssel a szervezet felkészül a védekezésre, azaz a támadásra vagy menekülésre (Boissy, 1998). Bizonyos esetekben a stresszel járó szívritmus változás ezzel éppen ellentétes. A ragadozót jelző hirtelen zaj vagy az ijesztő vizuális jelek következtében megjelenő ledermedés szívritmus csökkenéssel jár a vadonélő rágcsálóknál (Hofer, 1970).

A félelmi reakciók értékelésekor célszerű az egyedek mozgásának kontrollálása. Ennek egyik módja az, ha az állatokat - mialatt a potenciális stresszhatásnak vannak kitéve - egy ember fogja, vagy vezeti. A lovak esetében például ilyen stresszhatás lehet a hátraléptetés. Amikor a kötőféken tartott lovakat hátrafele léptették, lényegesen nagyobb szívritmus emelkedést tapasztaltak, ahhoz képest, mint amikor előrefele vezették őket, bár a két mozgásformában a fizikai aktivitás mértéke hasonló volt. A hátraléptetés alatt a szívritmus emelkedést a kutatók véleménye szerint a feladat következtében kialakuló mentális stressz okozhatta, mivel a lovak számára ez a mozgásforma a szubmisszióval hozható összefüggésbe (Rietmann és mtsi., 2004). A stressz állapotot az állatok jellemző viselkedésformái is jelezték (pl. a fej felemelése, megtorpanások, ágaskodás, farokcsapkodás stb.) a hátraléptetés alatt. Miután ezek a viselkedésformák nyugalmi helyzetben nem jelentkeznak a lovaknál, nehéz megítélni, hogy ezek a viselkedésformák önmagukban, pusztán az energia igényüknél fogva, milyen szívritmus változással járnak együtt. Mivel a fent említett viselkedésformák (ágaskodás, stb.) a mérési idő mindössze 5%-t tették ki, a kutatók véleménye szerint a megnövekedett fizikai aktivitás önmagában nem indokolta a szignifikáns szívritmus emelkedést a hátraléptetés alatt. A stresszt jelző viselkedésformák (pl. a fej felemelése vagy a

megtorpanás-ágaskodás) összideje és a szívritmus pozitívan korrelált. Azt, hogy pusztán a hátraléptetés, mint mozgásforma önmagában nem okoz ilyen mértékű szívritmus változást az is igazolta, hogy amikor megismételték a hátraléptetési feladatot, már lényegesen kisebb szívritmus emelkedést tapasztaltak a nyugalmi állapothoz képest, ez a változás hasonló volt ahhoz, amit az előreléptetés okozott. Azonban azt is érdemes figyelembe venni, hogy az ismétléskor a lovak már szignifikánsan kevesebbet ugráltak, ágaskodtak, mint először. Szintén stressz okozhat a lovaknak az, amikor különböző, számukra ismeretlen és feltehetően félelmet keltő helyen vezetik át őket. Visser és munkatársai (2002) egy un. híd tesztben (földre helyezték, és a talajszintől kb. 15 cm-re megemelt betonlapok) vizsgálták az állatok stressz érzékenységét. A lovak szívritmusa szignifikánsan megnőtt a teszt alatt a nyugalmi állapotban mért értékekhez képest, bár miután a lovak a teszt közben (feltehetően) többet léphettek, mint a nyugalmi helyzetben, a szívritmus változását a stressz és a mozgás együttesen eredményezhette.

### Szociális stressz

A szociális csoportokban élő gerincesek számára a fajtársaktól származó jelek (vagy éppen azok hiánya) a leghatásosabb stresszorok közé sorolhatók. A szociális stressz az egyik legtöbbet vizsgált jelenség a fogságban tartott állatok körében. Az intenzív körülmények között tartott háziállatok egyedeinél a gyakorta megjelenő és tartósan fennálló agresszió és az ennek következtében kialakuló stresszállapot jelentős hatással van az állatok termelési mutatóira (pl. termékenység, testtömeg-gyarapodás), számos betegség és az elhullások egyik leggyakoribb okozója (Marchant és mtsi., 1995). A csoportban tartott kocák agonisztikus interakciói alatt az állatok szívritmusa megemelkedett és a növekedés mértéke pedig attól függött, hogy az állatok csak fenyegették-e egymást vagy tényleges fizikai kontaktusba is kerültek. A fizikai kontaktussal járó agonisztikus viselkedés közben a szívritmus nagyobb mértékű emelkedését tapasztalták. A legmagasabb szívritmusa azoknak a sertéseknek volt, amelyek a fizikai kontaktussal járó összezapások során vesztes pozícióba kerültek (Marchant és mtsi., 1995). Több, agonisztikus interakciót indukáló helyzet összehasonlítása során azonban azt tapasztalták, hogy a szívritmus változása attól is függ, hogy mi váltja ki az állatok agresszióját. Amikor az éhes sertések a táplálék felett verekedtek egymással, nem tudtak kimutatni szignifikáns eltérést a „nyertes” és „vesztes” egyedek szívritmusában. Ezt a kutatók részben annak tulajdonították, hogy a táplálékfelvétel már önmagában olyan szívritmus emelkedést okozhatott az éhes állatoknál, hogy ez a változás elfedhette az esetleges egyedi



eltéréseket. Ezek után ugyanezen egyedeket náluk nagyobb testméretű, idegen állatokkal tették össze. Ekkor azt tapasztalták, hogy a korábban „vesztes” egyedek szívritmusa magasabb volt a verekedések alatt, mint a korábban „nyertes” egyedeké (de Jong és mtsi., 2000), habár ezúttal mindkét csoport egyedei vesztesként kerültek ki a verekedésekből. A nyugalmi időszakokban (a verekedések előtt és a verekedések után) azonban nem volt kimutatható különbség az állatok szívritmusában, tehát a magasabb szívritmus értékek ebben az esetben nem egy esetleges magasabb alap szívritmus különbségből adódtak.

A csoporttársak akciói a vadon élő állatoknál is a stressz forrásai lehetnek. A szürkeludak szívritmusát a mozgási aktivitáson túl a szociális hatások is befolyásolták (Wascher és mtsi., 2008a, 2008b). Kifejezetten magas szívritmus értékeket kaptak a szociális interakciók közben (agonisztikus interakciók, vokalizáció), és ezek az értékek jóval meghaladták azokat, melyekben nagyjából hasonló mozgási aktivitást tapasztaltak, viszont nem irányultak a fajtársak felé. Például egy fenyegető közeledés alatt az egyed szívritmusa 400/perc volt, míg a séta közben mindössze 100/perc körüli értékeket mértek. Támadások esetén egy adott egyed szívritmusa olyankor, amikor ő maga támadott magasabb volt annál, mint amikor őt támadták meg. Mivel mindkét helyzetben a fizikai aktivitás közel azonos volt, a szerzők véleménye szerint az interakció emocionális töltete, az egyed motivációja volt a szívritmusra ható legfőbb tényező. Ez azt mutatja, hogy a szívritmus modulációja során - különös tekintettel a szociális helyzetekre – az emocionális hatások is fontos szerepet játszhatnak (Wascher és mtsi., 2008a). A szociális kapcsolatok szívritmus befolyásoló hatását jelzi az is, hogy olyan helyzetekben, amikor a ludak a párjuk vagy egy családtagjuk agonisztikus viselkedését láthatták egy másik egyeddel, nagyobb szívritmus emelkedést mutattak, mint amikor olyan egyedeket láttak vetélkedni, melyekhez nem vonzódtak szociálisan (Wascher és mtsi., 2008b).

A szociális fajok egyedei számára az egyik legfontosabb, stresszt okozó helyzet a szociális izoláció. Amikor az állati félelmet vizsgálják, a félelmet kiváltó ingerek hatását gyakran felülmúlhatja a szeparációs szorongásból adódó stressz, mivel ilyenkor általában az egyedeket társaiktól elválasztva figyelik meg (Forkman és mtsi., 2007). Ilyen esetben éppen a társak hiánya okozhat stresszt az állat számára. A gyakorlatban az egyik leggyakrabban előforduló szeparációs helyzet az elválasztás, amikor a fiatal állatokat eltávolítják az anyjuktól és a továbbiakban a szülőtől véglegesen különválasztva nevelik őket. Ez az állattenyésztési gyakorlatban - technológiától függően - különböző életkorokban történhet, de általában a természetesnél jóval korábban végzik el. A korai és általában hirtelen történő elválasztás jelentős stressz okoz a fiatal állatok számára, melynek jól mérhető viselkedési és

élettani jelei is vannak (Albright és Arave, 1997; Lynch és mtsi., 1992; McGreevy, 2004). Az elválasztás következtében fellépő stresszel kapcsolatos szívritmus változásokat a háziállatok közül főként a patásokon vizsgálták. A szívritmus változások értelmezése azonban sokszor igen problematikus, mivel szinte minden esetben jelentős viselkedési változás (pl. megnövekedett mozgási aktivitás) is tapasztalható a szabadon mozgó egyedeknél (Loberg és mtsi., 2008). Az anyától történő elválasztás több napon át kimutatható szívritmus emelkedést eredményezett a fél éves csikóknál (Moons és mtsi., 2005), de mivel a csikók az elválasztás után többet is járkáltak, a mozgási aktivitás is befolyásolta a szívritmusukat, így nem lehetett egyértelműen elválasztani a mozgási és a pszichés hatást. A borjak szívritmusa az elválasztást követően azonnal megemelkedett, és az idősebb korban (4 vagy 7 naposan) elválasztott egyedek szívritmusa tovább maradt magas, mint a fiatalabb korban (1 naposan) elválasztott állatoké, bár ez utóbbiak kevesebbet is mozogtak. A kutatók a fentiek figyelembe vételével a későbbi életkorban történő elválasztást stresszesebbnek ítélték, mint az egészen korai, 1 napos korban történőt (Stěhulová és mtsi., 2008). Az elválasztás történhet fokozatosan is, és általános tapasztalat, hogy ezzel a fiatal állatokat érő stresszhatás csökkenthető (McGreevy, 2004). Három hónapos borjaknál kimutatták, hogy az ún. két lépcsős elválasztás (először a szopást akadályozzák meg, de az utód egy ideig még az anyával marad) kisebb stresszt okoz, mint az azonnali, teljes elválasztás (Loberg és mtsi., 2008). A két lépcsőben elválasztott borjak szívritmusa a teljes szeparáció után alacsonyabb volt, mint az azonnal elválasztottaké, bár ebben az esetben is a magasabb mozgási aktivitás (több séta) szintén befolyásolhatta az eredményeket.

Az elválasztás nem csak az utódnak okozhat stresszt, hanem az anyaállatnak is. Hopster és munkatársai (1995) úgy találták, hogy a borjától elválasztott tehénnek is megnő a szívritmusa, azonban ez a változás csak igen rövid ideig, az elválasztás utáni néhány percben volt kimutatható. A szeparációt követő második 5 percben már nem tapasztaltak magasabb szívritmust, az azt megelőző (kontroll) értékekhez képest. Ennek némileg ellentmond egy másik kutatás, ahol a borjuktól elválasztott tehének szívritmusa az elválasztás utáni egy órában végig magasabb volt, mint az azt megelőző időszakban (Stěhulová és mtsi., 2008).

A fajtársaktól történő szeparáció/izoláció a szociális fajok felnőtt egyedeinél is stresszt okozhat. Az ismeretlen helyen, egyedül fejt tehének szívritmusa magasabb volt, mint az ismerős környezetben, társaik jelenlétében fejt tehéneké (Rushen és mtsi., 2001). Az izolált egyedek általában jellemző (félelmi) reakciókat is mutatnak, amelyet a megemelkedett szívritmus mellett, a vokalizáció és meneküléssel kapcsolatos viselkedésformák jellemeznek (Wolf és mtsi., 1997; Norcross és Newman, 1999; Keeling és Gonyou, 2001). Boissy és Le

Neindre (1997) borjaknál vizsgálták a fajtársaktól történő szeparáció hatását oly módon, hogy a vizsgálati alanyokat egy kis karámba zárták a tesztek alatt. Ezáltal az egyedek mozgási aktivitását akarták kontrollálni. Ez ugyan nem akadályozta meg teljesen az állatokat abban, hogy mozogjanak, de helyváltoztató mozgást nem tudtak végezni. A kutatók úgy találták, hogy a szeparációkor az állatok szívritmusa megemelkedett és annak egyedi értékei nem korreláltak a kitörési próbálkozások számával. Ennek alapján arra a következtetésre jutottak, hogy az emocionális stressz által jelentkező szívritmus emelkedés a mozgás okozta emelkedéstől függetlenül jelent meg. A fenti kísérlet is igazolja azt az általános tapasztalatot, hogy a szeparációs stressz okozta szívritmus változások fizikai és pszichés komponenseinek egyértelmű elválasztása igen problémás a szabadon mozgó egyedeknél.

A lovak temperamentumának vizsgálatakor gyakran alkalmazott teszhelyzet a szociális izoláció (Wolf és mtsi., 1997; Seaman és mtsi., 2002; McCall és mtsi., 2006). A reaktívabb egyedek általános jellemzője a magasabb szívritmus (Visser és mtsi., 2002; Momozawa és mtsi., 2003; McCall és mtsi., 2006). McCall és munkatársai (2006) a szociális izolációban tapasztalt egyedi reakciók igen megbízható élettani paraméterének találták a szívritmust. A vizsgálatban a kutatók több különböző tesztben is megvizsgálták a lovak reaktivitását, és az egyedek egy részének nyugtatót adtak. Az izolációs tesztben mért egyedi szívritmusértékek korreláltak az új tárgy tesztben mért értékekkel is, ami azt jelezte, hogy ez a két teszt a szívritmusuk alapján hasonlóan rangsorolta a lovakat. Ezzel szemben a viselkedési paraméterek a két tesztben eltérő módon rangsorolták az állatokat. A kutatók csak egyetlen olyan viselkedési változót találtak, amelyek az izolációs tesztben az egyedek legalább 75%-ánál előfordult és a nyugtatóval tesztelt lovaknál lecsökkent az előfordulása. Ez a változó az ürítés (trágyázás) volt. Ugyanakkor az izolációs tesztben az egyedi szívritmus értékek erősen korreláltak az ürítési gyakorisággal, azaz a magasabb szívritmusú lovak a teszt során is többször trágyáztak. Ebből arra lehetett következtetni, hogy a mind a szívritmus értéke mind pedig a trágyázás jó jelzője lehet a lovak reaktivitásának a szociális izoláció esetén. A nyugtatóval kezelt lovak átlagos szívritmusa alacsonyabb volt, mint a kezeletleneké, és ennek hátterében nem a lecsökkent mozgási aktivitás állt, mivel a teszt ideje alatt megfigyelhető - a teszt idejének nagy részét kitevő - helyváltoztató mozgás (járás), összideje nem különbözött szignifikánsan a két csoport között. A társaiktól elválasztott, egyedül tartott sertések szívritmusa számos teszhelyzetben magasabbnak bizonyult a párban tartott sertések szívritmusánál (Ruis és mtsi., 2001).

## A stressz és a szociális támogatás

Gyakran megfigyelhető, hogy a szociális társaktól származó ingerek nemhogy kiváltják, hanem éppen hogy csökkentik az egyedet érő stresszt. A szociális támogatás (support) embernél és az affiliatív viselkedés állatoknál - a stressz csökkentése, azaz a hipotalamusz-hipofízis-mellékvese tengely aktivitásának csökkentése révén - pozitívan befolyásolhatja az egészségi állapotot és jóllétet (DeVries és mtsi., 2003). Laboratóriumi körülmények között embereknél a szociális támogatás hatására csökken a stresszorra mutatott kortikoszteroid és kardiovaszkuláris válasz.

A pozitív szociális interakció fizikai kontaktus révén is megvalósulhat. Ezáltal a fizikai kontaktus igen fontos stressz csökkentő lehet az érintés során felszabaduló oxitocin hormon hatásán keresztül, mivel az oxitocin, a feltételezések szerint gátolja a hipotalamusz-hipofízis-mellékvese tengely működését (DeVries és mtsi., 2003).

## Az emberi simogatás hatása

Egyfajta fizikai kontaktusként értékelhető az emberi simogatás is, ami adott esetben pozitív hatással lehet az állatokra. Ezt a jelenséget számos házi/laborállat fajnál is igazolták. Patkányoknál a simogatás rövidtávú hatásaként oxitocin felszabadulást és ennek eredményeképp kortizol szint-, szívritmus-, és vérnyomás csökkenést lehetett tapasztalni (Uvnäs-Moberg és Petersson, 2005). Lovaknál (Lynch és mtsi., 1974; Feh, C., és de Mazie`res, J., 1993), szarvasmarhákban (Schmied és mtsi., 2008) és patkányoknál (Lund és mtsi., 1999) is szívritmus csökkenést tudtak elérni a test megfelelő tájékainak simogatásával. Az ezzel együttjáró jellemző viselkedési változások is a simogatás nyugtató hatását igazolták; pl. a lovak leengedték a fejüket, a szemeiket becsukták a simogatás alatt (Lynch és mtsi., 1974), a szarvasmarhák kinyújtották a nyakukat, leengedték a füleiket (Schmied és mtsi., 2008).

Ez egyben a pozitív fizikai kontaktus stressz csökkentő hatására is rávilágít. Egy averzív kezelés által okozott stressz hatás lecsökkenthető az állatok simogatásával (Hennessy és mtsi., 1998; Waiblinger és mtsi., 2004). A szarvasmarhákat legjobban annak az embernek a jelenléte nyugtatta meg – és eredményezett jellemző szívritmus csökkenést - aki korábban már többször megsimogatta őket, míg egy ismeretlen személy jelenléte és simogatása az averzív helyzetben nem eredményezte ugyanezt a hatást (Waiblinger és mtsi., 2004).

Fontos megjegyezni azonban, hogy az emberi simogatás/vakargatás csak adott

testtájak érintésénél okoz szívritmus csökkenést az állatokban. Lovaknál például a mar tájék simogatása okozott szívritmus csökkenést (Feh, C., és de Mazie`res, J., 1993). A szarvasmarhákban pedig főként a nyak simogatása csökkentette az állatok szívritmusát (Schmied és mtsi., 2008). Ezek pontosan azok a testtájak, amelyek felé a fajtársak közötti kölcsönös tisztogatások/ápolgatások (social licking, mutual grooming) túlnyomórészt irányulnak (Feh, C., és de Mazie`res, J., 1993; Schmied és mtsi., 2005), és amelyeknek kötődést erősítő szerepet tulajdonítanak a kutatók.

#### A figyelmi állapot és a szívritmus, új tárgy tesztek

Amikor valamilyen új inger jelenik meg az állat környezetében, az állat az ingerlés felé fordul, fülét hegyezi, tájékozódik. Ez a „Mi ez?” válasz, ami az új ingerekre azonnal megjelenő, feltétlen reakció, a tudósok orientációs válasznak nevezték el. Általában a biológiai relevanciával bíró ingerek váltanak ki orientációs választ az egyedekből, de kialakulhat kondicionált ingerek hatására is (Buzsáki, 1982). Az orientációs válasz az inger ismételt megjelenésével általában csökken, habituáció történik. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy ez nem minden esetben következik be. Például, amikor rókakölyköknek egércincogást játszottak be egy hangszóróból azoknál nem lehetett orientációs választ megfigyelni, vagy gyorsan habituálódtak hozzá. Viszont amikor a rókák megkergethették, és meg is ehatték az egeret, a cincogás bejátszására megjelenő orientációs választ többé nem lehetett kioltani (Biryukov, 1965; forrás: Buzsáki, 1982, 465. old.). Hasonló módon a fajspecifikus hívóhangokra megjelenő orientációs válasz is igen nehezen habituáltatható (Ploog, 1970; forrás: Buzsáki, 1982, 462. old.).

Az orientációs válasz evolúciós jelentősége abban rejlik, hogy a biológiailag (akár öröklötten, akár tanult módon) releváns inger forrását, az állat az inger hatására megközelítheti, kapcsolatba léphet vele vagy akár elkerülheti. Elsősorban egy motoros mintázatot jelent, az állat megpróbálja beazonosítani az inger forrását, feléfordul. Valójában a „Mi ez?” válasz helyett helyesebb a „Hol van ez a dolog?” válaszról beszélni (Buzsáki, 1982).

Embereknél és állatoknál is kimutatták, hogy a környezeti inger befogadására irányuló helyzetekben a szívritmus az inger jellegétől függően változik. Olyankor, amikor az inger belső, kognitív feldolgozást igényel, a stimulációra való érzékenység fokozódik. Az orientációs reakciónál (újszerű, nem fenyegető inger) a szívritmus csökken (Graham és Clifton, 1966). Az olyan helyzetekben viszont, amikor az egyedek védekező, menekülési (defenzív) reakciója várható az adott stimulusra (intenzív új inger, fenyegető inger), a

szívritmus növekedését tapasztalták. Amikor az inger valamiféle fájdalmas vagy kellemetlen eseményt jelez, az egyed minél inkább a helyzetből adódó probléma megoldására próbál koncentrálni, és közben kevésbé figyel a környezetében történő egyéb eseményekre (stimulus rejection). A tapasztalható szívritmus növekedés a stimulációra való érzékenység csökkenésével jár. Az orientációs válasz nem, vagy csak egyre ritkábban jelenik meg, az egyed igyekszik elkerülni a fenyegető inger forrását (Buzsáki, 1982). Az orientációs reakció és defenzív reakció alatt mérhető egyéb élettani változók közül többen egy irányba változnak: így mindkettőnél EEG deszinkronizáció, bőr-vezetőképesség növekedés, izomtónus növekedés lép föl. Épp a szívritmus az, amely e két reakciónál különböző irányban változik..

Az orientációs válasszal együtt járó szívritmus csökkenés mértéke a válasz erősségét is tükrözheti. Boysen és Berntson (1986) ismerős és ismeretlen emberek képeit vetítették egy csimpánznak. Az ismerős gondozó képére mutatott szívritmuscsökkenés mértéke lényegesen nagyobb volt, mint más ismert, de az állat szempontjából kevésbé jelentős ill. ismeretlen emberek képére mutatott szívritmus válasz.

A szívritmus mérés lehetőséget nyújthat az állatok fajtársaik hangjeleire adott funkcionális válaszainak jobb megértésére is. A fiatal csimpánzok szívritmusa annak függvényében változott meg egy ismeretlen felnőtt fajtárs vokalizációjának visszajátszásakor, hogy milyen típusú hangot hallottak. A fenyegető ugatás (threat bark) bejátszásakor az egyedek szívritmusa tartósan megemelkedett, ami a stresszel kapcsolatos szimpatikus aktivációt jelzi. Ezzel szemben a stressz kiáltás (stressz scream), a vészkiáltás (alarm call) ill. egy kontroll hang – fehér zaj – bejátszása szívritmus csökkenéssel járt (Bernston és Boysen, 1989), ami feltehetően az orientációs reakcióval volt összefüggésben. A fenyegető ugatás fajspecifikus élettani hatását mutatta, hogy az ugyanezen kísérletben tesztelt más fajhoz tartozó egyedek (orángutánok) szívritmusa minden esetben lecsökkent, azaz a stresszt jelző szimpatikus aktiváció nem volt megfigyelhető ezeknél az állatoknál.

Francia kutatók (Désiré és mtsi., 2004) kézhez szoktatott bányókánál vizsgálták azt, hogy milyen viselkedési és élettani válaszokat adnak az állatok egy esemény hirtelenségének (suddenness), újdonságának (novelty) és megjósolhatatlanságának (unpredictability) függvényében. A kísérletek az esemény hirtelenségének és újdonságának egyértelmű felismerését és értékelését mutatták ki a bányókánál, míg a megjósolhatatlanság értékelését (részben módszertani hibákból adódóan) nem tudták egyértelműen igazolni. Egy tárgy (piros sál) hirtelen vagy lassú megjelenésére eltérően reagáltak a bányók. A hirtelenségre az egyedek megrezzenési (startle) reakcióval válaszoltak, míg a lassan megjelenő tárgy esetében ez a válasz nem volt megfigyelhető. A hirtelenség egyúttal jellegzetes szívritmus növekedést

is indukált, és a szívritmus-variancia elemzése azt mutatta, hogy ennek háttérében főként a szimpatikus aktivitás fokozódása állhatott. Az újdonság értékelésének – amit egy új tárgy látványa okozhatott szemben egy ismerős tárgy látványával – az orientációs viselkedés és a szívritmus-variancia növekedése (a szimpatikus és paraszimpatikus hatás együttes fokozódása) volt a jellemző mutatója, míg a szívritmus válaszokban nem találtak eltérést az ismerős tárgyra mutatott reakciókhoz képest. További kísérletekből az is kiderült (Désiré és mtsi., 2006), hogy az esemény hirtelenségére (egy tárgy hirtelen felbukkanása) adott startle reakció függetlenül attól megfigyelhető, hogy az adott tárgy ismerős vagy ismeretlen-e az állatok számára. Az ismerős tárgy többszöri ismételt hirtelen megjelenése újra és újra kiváltotta a startle reakciót. Az ezzel együtt járó szívritmus emelkedés is ismételten, minden alkalommal megfigyelhető volt. Amennyiben az esemény hirtelen és újszerű is volt egyszerre (hirtelen felbukkanó ismeretlen tárgy) e két tulajdonsága összeadódva még fokozottabb szívritmus emelkedést produkált. A kutatók az eredmények alapján azt a következtetést vonták le, hogy az állati érzelmek vizsgálatakor fontos elkülönítve kezelni az érzelmeket befolyásoló események különböző jellegzetességeit (pl. újdonság, hirtelenség, megjósolhatóság), ill. érdemes azt is szem előtt tartani, hogy ezek kombinációi eltérő (viselkedési ill. élettani) válaszokat eredményezhetnek.

Az ún. új tárgy (novel object) tesztekben a hirtelen megjelenő tárgy (pl. esernyő, léggömb, gyerekbicikli) a lovaknál általában szintén szívritmus-emelkedést eredményezett (Visser és mtsi., 2002; Momozawa és mtsi., 2003; McCall és mtsi., 2006). Christensen és munkatársai (2005) kísérletükben 3 eltérő modalitásban megjelenő új ingerrel szembesítették lovaikat. Az új vizuális ingert egy, az állatok számára idegen tárgy szolgáltatta, az új hangjelet egy hangszóróból bejátszott 60dB-es fehér zaj, míg az új szagjel az eukaliptusz olaj illata volt, amit a lovak számára már korábbról ismert etetőre kentek fel. Az egyedek viselkedése a különböző új stimulusok hatására eltérő módon változott meg. Az ismeretlen vizuális - és hangjel is szívritmus emelkedést eredményezett, bár a szívritmus változás mértékét tekintve, a két eltérő modalitású jel hatása nem különbözött. Az új szagjellel való szembesülés nem okozott szívritmus változást. Az ismétlődő tesztelesek alatt nem történt a szívritmusban megmutatkozó élettani habituáció, a lovak nem szokták meg a teszteleseket de nem is szenzitizálódtak. Miután a tesztek során az állatok keveset mozogtak (kevés helyváltoztató mozgást végeztek), a tesztek során mért szívritmus változást a kutatók az új ingerek okozta stressz helyzettel magyarázták. Az új illat hatására a lovak többször szakították meg a táplálkozást, és emelték fel fejüket, ami azt mutatta, hogy ez az inger is befolyásolta őket, de a hatás csak viselkedési szinten volt kimutatható.

A humán kutatások azt mutatták, hogy a mentális erőfeszítést igénylő feladatok - pl. fejben számolás - szívritmus emelkedéssel járnak (Láng, 1994), és ezek jól elválaszthatóak az egyéb, figyelmet igénylő feladatoktól. Lacey és munkatársai (1963, forrás: Graham és Clifton, 1966, 306. old.) a következő feladatokat adták kísérleti személyeiknek: megadott szavakból kellett mondatot alkotniuk, fejben kellett számolniuk, visszafelé olvasni, fényfelvillanásokat, fehérzajt, és drámarészlet felolvasását kellett figyelemmel kísérniük. Kísérletükben azt találták, hogy csak a kognitív feldolgozást igénylő feladatokban nőtt a szívritmus, míg, a drámarészlet hallgatásánál, fehérzaj, valamint, fényfelvillanások figyelemmel kísérésénél szívritmus csökkenést tapasztaltak.

#### **1.4.3 A stressz hatása a szívritmus-varianciára**

A különböző pszichés állapotok anélkül is jelentősen befolyásolhatják a vegetatív egyensúlyt, hogy ez a szívritmusban mérhető lenne. Kimutatták például, hogy a műtét előtti izgalomban a betegek szívritmus-variancia spektrumának magasfrekvenciás komponense lecsökkent - ami a paraszimpatikus hatás gyengülését jelzi -, ugyanakkor az átlagos szívritmusban nem volt változás (Sleigh és Henderson, 1995).

Az állatok stressz állapotának és stressz érzékenységének felmérésére egy másik lehetséges módszer a szívritmus-variancia elemzése. Stressz helyzetben a paraszimpatikus hatás (vágusz tónus) általában lecsökken, a szimpatikus hatás pedig felerősödik (Porges, 1995a). A szimpatikus tónus erősödése főként akkor figyelhető meg, ha az egyedet érő inger intenzív, elhúzódó ill. fájdalomhoz köthető. A különböző háziállat fajokon végzett stressz vizsgálatok kimutatták, hogy a stresszorok hatására megjelenő jellemző élettani válasz a szívritmus-variancia általános csökkenése (Mohr és mtsi., 2002; Visser és mtsi., 2002; Rietmann és mtsi., 2004.). Mint már korábban említettük, a lovaknál a hátraléptetés stresszt okoz (Rietmann és mtsi., 2004). A hátraléptetés közben az állatok szívritmus-varianciájának alacsonyfrekvenciás komponense nőtt meg, ami a szimpatikus aktivitás fokozódását jelzi. Ugyanakkor a magasfrekvenciás komponens (paraszimpatikus hatás) a mentális stressz hatására lecsökkent, így végső soron a szimpatikus-paraszimpatikus egyensúly a szimpatikus tónus felé tolódott el. A stressz állapotban megjelenő jellemző viselkedésformák gyakorisága és a szív működést indikáló egyes paraméterek is jellemző korrelációt mutattak. Például a fej felemelése vagy a farokcsapkodás összideje egy-egy állat esetében negatívan korrelált a magasfrekvenciás komponenssel, azaz ezen viselkedésformák közben a vágusz hatás csökkent; ill. a fej felemelésének összideje vagy a megtorpanások-ágaskodások összideje pozitívan korrelált az alacsonyfrekvenciás komponenssel. A szívritmus-variancia csökkenését



tapasztalták lovaknál egyéb stressz helyzetekben is (új tárgy teszt, „híd” teszt) Visser és munkatársai is (2002), és ez a csökkenés a tréningezetlen lovak esetében nagyobb volt, mint a tréningezett lovaknál.

A krónikusan alacsony vágusz tónus, az egyed homeosztázisának sérülését és a stresszhatásokkal szembeni idegéletteni sérülékenységet tükrözi (Porges, 1995a). A beteg állatok szívritmus-varianciája általában alacsonyabb, mint az egészségeseké, ami főként a vágusz tónus csökkenésével magyarázható (Mésangeau és mtsi., 2000; Mohr és mtsi., 2002). Mohr és munkatársai (2002) 5-10 napos borjaknál 3 kísérleti csoportot hasonlítottak össze: az egyik (stresszmentes) csoport egyedeinél nem volt látható stresszhatás a borjakra, egy másik csoportot (külső környezeti stressz) 20°C -t meghaladó hőmérsékleti viszonyok és nagymértékű „rovar-zavarás” közben mérték, míg a harmadik csoportba (belső környezeti stressz) tartozó borjak betegek voltak (hasmenés) a mérés idején. A „stresszmentes” borjak szívritmusa szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a másik két csoportba tartozó borjaké. A szívritmus-variancia viszont a két stressz helyzetben lévő csoport egyedeinél volt lényegesen alacsonyabb. A variancia csökkenéséért főként a magasfrekvenciás komponens relatív változása felelt, ami a csökkent vágusz aktivitásra utalt különösen a beteg állatok esetében. Bachmann és munkatársai (2003) karórágó és nem-karórágó (kontroll) lovak szívritmusát és szívritmus-varianciáját hasonlították össze etetési időben, ill. egy olyan stressz szituációban, amikor a lovak előtt volt a táplálék, de nem férhettek hozzá (a karórágás – cribbing - az intenzíven tartott lovaknál gyakorta megjelenő sztereotíp viselkedésforma, ami a különböző kiálló tárgyakra való ismételt ráharapással jár együtt). A karórágó lovak szívritmusa nem különbözött a kontroll lovakétól, etetéskor mindkét csoportnál szignifikáns szívritmus emelkedést tapasztaltak. A szívritmus-varianciát tekintve viszont jellemző eltérést találtak. Nyugalmi helyzetben a karórágó lovak szívritmus-varianciájának magasfrekvenciás komponense (paraszimpatikus hatás) lényegesen alacsonyabb volt, mint a kontrolloké; az alacsonyfrekvenciás komponens (szimpatikus hatás) viszont magasabb volt. Stressz helyzetben a kontroll állatok szívritmus-varianciája jellemző módon megváltozott: a magasfrekvenciás komponens aránya csökkent, az alacsonyfrekvenciás komponens aránya pedig megnőtt. A karórágó lovak szívritmus-varianciájában nem tapasztaltak hasonló változást. Ezek alapján elmondható, hogy a karórágó lovak vegetatív szabályozása eltért a „normál” egyedekétől, ami mind a nyugalmi helyzetben mind pedig stressz helyzetben kimutatható volt. Nyugalmi helyzetben a karórágók vágusz aktivitása alacsonyabbnak, szimpatikus aktivitása pedig magasabbnak bizonyult a kontroll lovakhoz képest. Stressz hatására viszont a karórágók vegetatív aktivitása szinte alig változott meg, szemben a

kontrollokkal, amelyeknél szimpatikus hatás túlsúlya volt megfigyelhető.

Érdekes kivétel a fent említett esetekkel szemben, hogy a szarvasmarhák szivacsos agyvelőgyulladás (BSE) éppen a vágusz tónus - azaz a szívritmus-variancia magasfrekvenciás komponensének - drasztikus növekedésével jár együtt már 9 hónappal a betegség klinikai jeleinek megjelenése előtt is (Little és mtsi., 1996; Pomfrett és mtsi., 2004).

Láng (1994) kimutatta, hogy embereknél, a szellemi feladatvégzés során (fejben számolás) jól különválaszthatóak a feladatvégzést megelőző időszakban fennálló - és a feladatvégzés alatti vegetatív hatások. A vizsgálatban a kísérleti személyeknek azt a feladatot adták, hogy egy képernyőn megjelenő 4 jegyű számból hetesével visszafelé számoljanak, amit 2 percen át kellett folytatniuk. A feladatvégzés előtt a képernyőn 2 percre megjelent a „figyelem” felirat, amit aztán a kiindulási szám követett. A kísérleti személyek szívritmusa mind a megelőző anticipációs időszak mind pedig a szellemi feladatvégzés közben megemelkedett a nyugalmi időszakban mért értékekhez képest. A szívritmus-variancia viszont ellentétes módon változott meg a két helyzetben. A feladatot megelőző izgalom idején a szívritmus-variancia emelkedését tapasztalták (a középfrekvenciás csúcs növekedése révén), míg a fejben számolás alatt a szívritmus-variancia lecsökkent, amit elsősorban a vágusz hatás gátlása okozott (a magasfrekvenciás csúcs csökkenése révén). Ez esetben tehát a szívritmus-variancia vizsgálata a szív működés vegetatív szabályzásának olyan részleteire világított rá, amit a szívritmus mérések önmagukban nem mutattak ki.

#### **1.4.4 A szívritmus mérése során tapasztalható egyedi eltérések és az ismétlés hatása**

A szívritmus mérések során általában nagy egyedi eltéréseket tapasztaltak a kutatók. Wascher és munkatársai (2008a) a szürkeludakon több hónapon keresztül végzett megfigyelésük során azt találták, hogy hat viselkedési kategóriából ötnél az egyedek szívritmus átlagai szignifikánsan eltértek egymástól, azaz egy adott viselkedésforma közben mért szívritmus érték hosszú távon jellemző volt az adott állatra. Mindemellett az egyedek közötti szívritmus különbségek is állandóak voltak egy-egy viselkedésforma tekintetében. Az egyedi eltérések - amelyek háttérében gyakran az egyedi megküzdési stratégiák állhatnak - jellemző viselkedési és élettani különbségekben is megnyilvánulnak (Geverink és mtsi., 2002). Akut stressz helyzetben az egyedi szívritmus válaszok szintén igen eltérőek lehetnek (lásd pl. szarvasmarha: Hopster és mtsi., 1998; ló: Visser és mtsi., 2002; sertés: Geversink és mtsi., 2002).

Azok a vizsgálatok, amelyekben ismételt ugyanolyan helyzetekben, tesztekben mérték az állatok szívritmusát azt igazolták, hogy az egyedi szívritmus változások általában

időben is stabilak. A négyszer ismételt új tárgy tesztekben a csikók 1 és 2 éves koruk során mért szívritmus értékei, mind az éveken belül mind pedig az évek között is szignifikánsan korreláltak. Ez - a szerzők véleménye szerint – azt jelzi, hogy a szívritmus mérése alkalmas az egyedek közötti különbségek kimutatására, az egyedi temperamentum értékelésére (Visser és mtsi., 2002). Christensen és munkatársai (2005) szintén azt tapasztalták, hogy a lovak szívritmusa nagyfokú egyedi stabilitást mutatott az ismételt tesztelések során (3-féle új ingerrel szembesítették az egyedeket), míg a viselkedési válaszok attól függtek, hogy milyen típusú új inger érte az állatokat. Míg az egyedi szívritmus változások egy nem specifikus szimpatikus aktivációt tükröztek az enyhe stressz helyzetben, a viselkedési válaszok az inger függvényében jelentek meg. McCall és munkatársai (2006) szerint a szívritmus változása a lovak reaktivitásának egyik legjobb jelzője, mivel a két eltérő reaktivitási tesztben (szociális izoláció és új tárgy teszt) az egyedi szívritmus változások hasonlóan alakultak, a reaktívabb lovak szívritmusa mindkét tesztben magasabb volt, mint a kevésbé reaktívaké.

Míg a felnőtt állatok szívritmusa a tapasztalatok szerint hosszabb távon stabilnak mutatkozik, a fiatal állatok esetében az egyedi szívritmusértékek is változékonnyabbak lehetnek. Webster és Jones (1998) malacok szívritmusát vizsgálták a születéstől kezdve egy hónapon át. Az egyedi szívritmusok csak 1-1 mérési szakaszon belül mutattak stabilitást, hosszútávon (az eltérő életkorokban mért eredmények) már nem korreláltak 1-1 egyed tekintetében. Ezt azzal magyarázták, hogy az állatok olyan életkorban voltak (életük első hónapja), amikor a testtömeg-gyarapodás és a különböző szociális hatások dinamikus változása olyan mértékben befolyásolták a szívritmust, hogy az elfedte az egyedi különbségeket. A kutatók szerint az is elképzelhető, hogy az egyedfejlődés ilyen korai szakaszában még nincs kialakult, stabil egyedi szívritmusa az állatoknak.

Embereknél a szívritmus Ryan és munkatársai (1994) vizsgálatai szerint a nők és a férfiak között nem különbözik, a szívritmus-variancia azonban igen. A férfiak szívritmus-varianciáját általában magasabbnak találták, mint a nőket (Jensen-Urstad és mtsi., 1997; Sinnreich és mtsi., 1998). A nem hatását a szívritmusra az állatoknál viszonylag kevés vizsgálatban közölték, mivel a kísérleti csoportok nemüket tekintve általában egyfélék, illetve a nemek közötti különbségeket nem elemzik (pl. Bolhuis és mtsi., 2006; McCall és mtsi., 2006). Lovakon végzett temperamentum tesztek tapasztalatai szerint, az állatok neme nem befolyásolta a szívritmusukat és a szívritmus-varianciájukat (Visser és mtsi., 2002; Rietmann és mtsi., 2004).

Összességében tehát megállapítható, hogy a szív működésének vizsgálata az állatoknál lehetőség nyújthat a pszichés és kognitív folyamatok nyomonkövetésére, az egyedek temperamentumának értékelésére. Azonban igen fontos szem előtt tartani a fizikai aktivitás szívritmusra gyakorolt hatását is. Az aktivitásból adódó szívritmus változás elkülönítése – ami a humán kísérleteknél a mozgás kontrollálása révén általában jól kivitelezhető - az állatok esetében komoly módszertani nehézségekkel járhat. Különösen azokban a stressz vizsgálatokban, amikor az egyedek félelmi reakciói viselkedési szinten is megnyilvánulnak, a stressz mentes, de hasonló fizikai aktivitással járó viselkedésforma során felvett szívritmus adatok szolgálhatnak hasznos támpontként a pszichés hatások értékelésekor (pl. Rietmann és mtsi., 2004). Mindemellett a szívritmus és szívritmus variancia változásai számos olyan jelenségre hívhatják fel a kutatók figyelmét, ami pusztán a viselkedés megfigyelése révén rejtve maradnának. Gondoljunk csak különböző szociális kölcsönhatások során tapasztalt eltérő élettani reakciókra (Wascher és mtsi., 2008a), a különféle fajspecifikus vokalizációk ellentétes hatásaira (Bernston és Boysen, 1989) vagy az ingerek jellegzetességeitől függő szívritmus válaszokra (Désiré és mtsi., 2004; 2006).

#### **1.4 A szívritmus és szívritmus-variancia mérése szabadon mozgó állatokon**

A szívritmus mérésére alapvetően kétféle lehetőség van az állatoknál. A pulzus (pl. Gyax és mtsi., 2008) ill. EKG jelek detektálása történhet külső monitorozással, ill. beültetett műszerek segítségével.

##### **1.4.1 Időlegesen felhelyezett, nem invazív műszerek**

A kereskedelmi forgalomban számos, az EKG mérésére és az adatok tárolására alkalmas műszer kapható. Ezek egy része – az ún. Holter rendszerek (pl. Del Mar Reynolds Medical, Hertford, UK; Schiller, Svájc) – hosszú távú adatgyűjtésre képes, akár 24 órán át is tudja az adatokat rögzíteni. Az ilyen műszereket főként a humán gyógyászatban használják és általában igen költségesek (von Borell és mtsi., 2007). Egy olcsóbb megoldás lehet az olyan műszerek alkalmazása, melyek az EKG RR csúcsait detektálják és az RR távolságok értékeit tárolják el. Az ilyen típusú műszerek közül a legismertebbek a finn Polar modellek (Polar Electro Oy, Finnország). A kereskedelembe kapható Polar műszer típust – ami az RR távolságokat számszerűsített formában (ms-ban) tárolja el -, eredetileg a sportolóknak, sportorvosoknak ill. a témában kutatást végzőknek fejlesztették ki. Több olyan modellje is

létezik, melyeket az állatok szívritmus mérésére használnak. Ilyenek pl. az S810i (kecske: Langbein és mtsi., 2004), a Vantage NV (rénszarvas: Nilsson és mtsi., 2006; ló: Momozawa és mtsi., 2003; borjú: Mohr és mtsi., 2002), az R-R Recorder (ló: Bachmann és mtsi., 2003), a Sport Tester (malac: Webster és Jones, 1998; sertés: Marchant és mtsi., 2004; szarvasmarha: Waiblinger és mtsi., 2004) vagy a Polar Horse XTrainer (borjú: Loberg és mtsi., 2008). Az Polar S810i 14 000 R-R adatot tud tárolni, ami egy átlagban 70-es szívritmus esetén kb. 4 órányi anyagot jelent. A korábban kifejlesztett, a kevesebb adat (4000 adatpont) tárolására képes Vantage NV modellel együtt e két típust alkalmazzák a leggyakrabban az állatorvosi - és a viselkedési kutatásokban. Egy még újabb modellel (Polar R-R Recorder) már 24 órás ambuláns mérést tudnak végrehajtani, és emellett a műszer 20 másodperces EKG szakaszok tárolására is alkalmas (von Borell és mtsi., 2007). Maguk az eszközök egy hámból állnak, amely a 2 elektródát tartalmazza. A hámot az egyed mellkasán lehet rögzíteni. A mért RR adatokat egy adatgyűjtő műszer tárolja, és innen lehet átvinni egy PC-re a további adatelemzés céljából. Az állatok méretétől függően kétféle hámot használnak. A kisebb testméretű fajoknál (kecske, juh, sertés, borjú) egy rugalmas heveder-elektrodát tesznek az állat mellkasára. A nagytestű fajoknál (szarvasmarha, ló) 2 különálló elektródát és egy specifikus transzmittert alkalmaznak. Az állatok bőrét általában vízzel és/vagy alkohollal letisztítják, esetleg leborotváltják ill. elektróda géllal bekenik az elektródák felhelyezése előtt. Az is előfordul, hogy az elektródákat és a transzmittert az állatok bőre alá ültetik és az adatokat egy nyakörvbe szerelt monitor gyűjti be (Nilsson és mtsi., 2006).

A készülékek vagy minden RR távolság értéket rögzítenek, vagy - beállítástól függően -, adott idő-intervallumra eső (5-15-60 másodperces) szívritmus átlagokat tárolnak el. A rövidebb idejű vizsgálatoknál általában 5-15 másodperces átlagokat használnak (pl. 5 mp: Marchant és mtsi., 1997; 15 mp: Moons és mtsi., 2005), a hosszabb távú méréseknél inkább a 60 másodperces átlagokat használják a kiértékelésnél (pl. Nilsson és mtsi., 2006). A transzmitterek a detektált RR jeleket kódolt formában is tudják továbbítani, hogy az egymással egyidejű mérési adatok, melyeket több állaton rögzítenek, ne keveredjenek egymással (von Borell és mtsi., 2007). A Polar rendszer mellett számos egyéb mobil műszer is létezik. Ilyenek pl. a Par-Port/M (Mohr és mtsi., 2002), vagy a LifeScope 6 (Tallet és mtsi., 2006) amelyekkel mozgó állatok szívritmusa mérhető.

Mivel a fent említett műszer-féleségek mindegyikét az állatok magukon hordozzák előfordulhat, hogy a vizsgált egyeddel kapcsolatba lépő többi állat a műszert megszagolja, megrágja, ami az elektródahám elmozdulását és ez által hibás jelek megjelenését idézheti elő (von Borell és mtsi., 2007). Ezek a problémák a beültetett mérőműszerekkel elkerülhetők

### 1.4.2 Implantátumok

Az RR távolságok mérésének egy másik módja az implantált telemetrikus jeladók (pl. Data Sciences International) használata lehet, ami azonban számos extra költséggel/veszéllyel járhat. Előnye viszont, hogy sem a műszert hordozó egyed, sem maga a műszer nincs kitéve a többi állat figyelmének (von Borell és mtsi., 2007). A laboratóriumi rágcsálók (pl. mongol versenyegér: Weinandy és Gattermann, 1995; patkány: Lemaire és Mormede, 1995; nyúl: van den Buuse és Malpas, 1997) esetében ez a módszer a legelterjedtebb. Szabadon mozgó madaraknál is általában beépített szívritmusmérőket használnak (pl. liba: Ackerman és mtsi., 2004; Wascher és mtsi., 2008a, 2008b; házi tyúk: Korte és mtsi., 1999; Savory és Kostal, 1997) ill. kísérleti majmoknál (Major, 1998) és kísérleti kutyáknál (Soloviev és mtsi., 2006) is alkalmaznak implantált műszereket. Az implantátumok (elektródák és jeladó készülék) korrekt behelyezése azonban altatást igényel és általában több nap szükséges a kísérleti egyedek teljes felépüléséhez, nem is beszélve a műtétből származó esetleges komplikációkról. Amennyiben az elektródák elmozdulnak a helyükről, azok korrigálása további problémákat vethet fel. Például Major (1988) kísérletében a rhesus makákók bőre alá ültették be a rádiotelemetriás jeladókat, de egyes egyedeknél a szövetfolyadék bejutása a jeladóba megghiúsította a mérést. Fiatal, növekedésben lévő állatoknál szintén gondot okozhat az elektródák ill. a jeladók helyének/helyzetének megváltozása (Lefcourt és mtsi., 1999).

Az implantátumok általában hosszú időn át képesek az adatok gyűjtésére ill. tárolására. Weinandy és Gattermann (1995) például a mongol versenyegyek (*Meriones unguiculatus*) szívritmusát (plusz testhőmérsékletét és mozgási aktivitását) a hasüregbe helyezett transzmitter segítségével mérték, amit az állatok hasizmához varrtak. Az elektródákat a sternum két oldalához rögzítve csatlakoztatták a transzmitterhez. A jellevő készülékek az állatok ketrece alatt voltak elhelyezve. A mérés 27 héten át zajlott, ennyi volt a transzmitterben elhelyezett elemek élettartama. Az egyedeket olyannyira nem zavarta a implantátum, hogy az egyikük a mérés ideje alatt vemhes lett, majd utódokat is nevelt. Wascher és munkatársai (2008a) az egyedek (ludak) hasüregébe helyezték be a kb. 60 gr-os műszert, amihez 2 db., kb. 8 mm átmérőjű elektródát csatlakoztattak. Az elektródákat a madarak bordájához rögzítették. Az állatok a műtéti beavatkozás után 20 óra elteltével csatlakoztak a szabadon mozgó csapathoz, és 2-7 nap után már teljesen felépültek a beavatkozásból. A mérő műszer elemének élettartama 18 hónap volt, azaz ennyi időn át tudták folyamatosan nyomon követni az egyedek szívritmusát.

### 1.4.3 Az EKG jelek kiértékelése

A szívritmus mérő műszerekkel szemben elvárt egyik legfontosabb követelmény, hogy a mérés során minél kevesebb hibás RR értékeket produkáljanak. Mivel a műszerek többsége nem rögzíti a teljes EKG-t, a műtermékek azonosítására nincs tökéletesen megbízható módszer. A hibás jelek részben biológiai eredetűek, úgymint a szív működésében fellépő zavarok (pl. stressz következtében jelentkező szinusz aritmia), de lehetnek külső okai is, melyek a mérőrendszer-korlátait tükrözik. Ilyen pl. az, amikor az állat túlzott fizikai aktivitása következtében az elektródák nem vezetnek megfelelően az elektromos jeleket, esetleg valamilyen elektromágneses zavarás lép fel a környezetben, ill. a mérőműszer meghibásodik vagy a program nem képes a QRS komplex felismerésére (Marchant-Forde és mtsi., 2004; von Borell és mtsi., 2007). Az ilyen „hibás” jelek megjelenésükkel megszakítják a normális szívritmus-varianciát. Fontos, hogy az adatsorokból csak azokat a szakaszokat használjuk fel a kiértékelés során, melyek nem tartalmaznak rendellenes jeleket.

Marchant-Forde és munkatársai (2004) egy 24 órás adatgyűjtésre alkalmas Polar RR Recorder és egy telemetrikus EKG mérő műszer működését hasonlították össze, szabadon mozgó sertéseken. Mindkét műszert külsőleg helyezték el az állatokon. Megvizsgálták, hogy az EKG adatok, a nem korrigált („nyers”) Polar adatok ill. a – megfelelő algoritmusok segítségével - korrigált Polar adatok milyen mértékben egyeznek meg. A két műszer 10 percen keresztül párhuzamos mérést végzett. Az eredmények átvizsgálása során kiderült, hogy a korrigálatlan Polar adatok kb. 1%-a hibás volt, ami főként a RR távolságok varianciájának elemzésében okozott igen jelentős (kb. 50%-os) eltérést az EKG műszerrel mért RR adatok varianciájához képest. A szerzők ezzel a vizsgálatukkal a Polar műszerrel mért adatok korrigálásának fontosságára akarták felhívni a figyelmet különösen olyan esetekben, ha a szívritmus-variancia analízisét szeretné valaki elvégezni. A „nyers” Polar adatok korrekciójával a korrigált Polar adatok felhasználhatósága nagymértékben javult.

Az RR távolságok hibás mérésének, értékelésének számos oka lehet. A már korábban is említett egyik ok, a jel érzékelésének átmeneti kiesése, amit általában az elektróda és bőrfelszín közötti kapcsolat átmeneti (vagy akár hosszantartó) megszakadása okozhat. Mivel alapvetően szabadon mozgó, éber állatokon végzik a méréseket, az elektródák bizonyos mértékű mozgása ill. az elektróda-bőrfelszín érintkezésének átmeneti megszakadása általában elkerülhetetlen. Egy hirtelen mozdulat az állat részéről az elektródák elmozdulását, esetleg leesését eredményezheti. Ilyenkor a műszerben az RR távolságok érzékelése átmenetileg megszűnik, (gyakorlatilag 0 ms-s RR értékeket kapunk). Egy másik hibalehetőség az, ha a

műszer túl alacsony vagy túl magas küszöbértékekre van beállítva az QRS komplex R csúcsának mérését illetően. Ilyen esetekben vagy túl nagy (magas küszöb érték) vagy túl kicsi (alacsony küszöbérték) RR értékeink lesznek, amelyek a további számítások eredményeit (szívritmus, szívritmus-variancia) nagymértékben torzíthatják. Az RR adatsorok ellenőrzésének egyik legkézenfekvőbb módja a vizuális elemzés, ami azt jelenti, hogy első nekifutásra ajánlatos ránézni az adatokra, hiszen ilyenkor azonnal felfedezhetők az átlagtól nagymértékben eltérő mérési eredmények. A nagymértékben eltérő adatpontok (sertéseknél ez 20%-nál nagyobb eltérést jelent 2 egymás utáni RR szakasz esetében) javítása ezek után a két legközelebbi adatpont átlagának behelyettesítésével történhet, amennyiben csak 1 adatpontban volt hibás mérési eredmény. A több egymás utáni hiba kijavítására általában speciális algoritmusokat használnak (von Borell és mtsi., 2007).

## **1.5 A kutyák szívritmus mérése**

### **1.5.1 A kutyák szívritmus mérése során használt műszerek**

A kutyák szívritmus mérése – hasonlóan a többi állathoz - mind implantátumok, mind pedig az állatok testére időlegesen felszerelt mérőműszerek segítségével is végezhető. Implantátumot általában kísérleti célból tartott kutyák esetében használnak (Galosy és mtsi., 1978; Soloviev és mtsi., 2006), a gazdával rendelkező kutyáknál szinte kizárólag nem-invazív módon mérik az állatok szív működését (Palestrini és mtsi., 2005; Hampson és McGowan, 2007; Fallani és mtsi., 2007; Schalke és mtsi., 2007).

#### Implantátumok

Implantátumokat túlnyomórészt laboratóriumban élő kísérleti kutyákon alkalmaznak. Galosy és munkatársai (1978) a kutyák szívritmusát az aortára helyezett elektródák segítségével regisztrálták. Soloviev és munkatársai (2006) a kísérleti beagle fajtájú kutyák szívritmusát (+ vérnyomását, testhőmérsékletét) beültetett rádiotelemetriás műszerrel mérték, hasonlóan Takeuchi és Harada-hoz (2002), akik az alvás alatti szívritmust vizsgálták kísérleti kutyáikon. Solovievék az elektródákat a mellkasfal jobb és bal oldalán rögzítették az izomzathoz, a mérőműszert pedig a hasüregben helyezték el. Szánhúzó kutyák verseny alatti szív működését (szívritmus, vérnyomás) beépített telemetrikus véráramlás mérő implantátum segítségével regisztrálták (Van Citters és Franklin 1969; 1. kép).



## 1. kép.

A szánhúzó kutyák szívritmus mérése (forrás: Van Citters és Franklin, 1969)

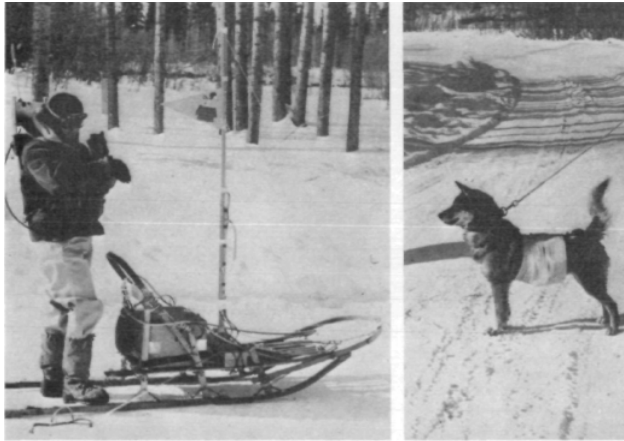


FIGURE 1

### Nem-invazív módszerek

Miután a kísérletekben résztvevő kutyák többsége kedvtelésből tartott eb vagy munkakutya, a nem-invazív műszerek használata lényegesen elterjedtebb. A Polar műszerek több típusát is alkalmazzák kutyákon. Fallani és munkatársai (2007) a kutyák szívritmusát a Polar-Ventage-NV telemetriás műszerrel mérték, amit a kísérleti helyszínre érkezésükkor helyeztek fel rájuk, közvetlenül a tesztek megkezdése előtt. A műszer kb. 150 gr-os. Tartalmaz 2 integrált elektródát, melyek a kutya mellkasával állnak kontaktusban, a jeladó egység a szegycsont környékén helyezkedik el, és ez küldi az adatokat a kutya hátán lévő adatgyűjtő egységhez. A műszer a szívritmus 5 másodperces átlagait rögzíti, majd a kísérlet befejeztével, az összegyűlt adatokat a Polar IR Interface segítségével viszik át egy számítógépre. Palestini és munkatársai (2005) szintén a Polar NV rendszert alkalmazták.

Hampson és McGowan (2007) a lovakra kifejlesztett Polar Equine szívritmus monitort használtak szarvasmarhát terelő kutyák munka közbeni szív működésének mérésére. A pozitív elektródát a kutyák jobb lapockájához rögzítették, a negatív elektródát pedig baloldalon, hónalj tájára helyezték fel. A kutyák szőrét leborotválták az elektródák alatt és elektróda gél t kentek a bőrre a hatékonyabb vezetés céljából. Az elektródákat és a transzmittert egy vízhatlan hám segítségével rögzítették az állatokon (2. kép).

## 2. kép

**A terelő kutyára felszerelt Polar Equine monitor (forrás: Hampson és McGowan, 2007)**



A megfigyelések szerint a kutyákat a hám nem zavarta a terelő munkában. A szívritmus adatokat, a kutyák helyzetét és sebességét GPS rendszerrel rögzítették (GPSports Systems SPI 10 Sports Performance Indicator). A rendszer az adatokat 8 órán keresztül tudta gyűjteni. Szintén a lovak szívritmus mérésére alkalmas Polar Horse Trainer Transmittert és Polar Vantage NVTM műszereket használtak Schalke és munkatársai (2007), azonban az elektródák és a műszer felhelyezésének módját nem közölték. A Polar mérőcsalád egy másik típusa, a Polar Sport Tester szintén alkalmas lehet szívritmus mérésre kutyákon is (Vincent és Leahy, 1997; King és mtsi., 2003). Vincent és Leahy (1997) az egyik elektródát az állatok szívcsúcs tájékára, a másikat pedig attól 125 mm-re kaudális irányban helyezték fel. King és munkatársai (2003) a kutyák szőrének leborotválása és ultrahang gél felvitele után rögzítették az elektródákat az állatok mellkasán (pontos helyet nem közöltek a kutatók). Az elektródákat és a jeladót egy öv rögzítette az állatokon. A műszerek 5 mp-es szívritmus átlagokkal számoltak mindkét esetben.

Hosszabb távú adatrögzítésre egyéb műszercsaládokat is használtak. Ilyen pl. a Biosensor (Holter Monitoring System, Biosensor; Beerda és mtsi., 1998a) vagy az Oxford Medilog MR 45 (Olsen és mtsi., 1999). Mindkét műszer esetében 5 elektródát kellett felhelyezni a kutyák meghatározott helyeken leborotvált bőrre, és részben ez lehet az oka annak, hogy ezeket viszonylag ritkán használják egészséges állatokon. Az adattárolókat a kutyák mellkasára rögzített speciálisan kialakított hámokban helyezték el.

Amikor csak pillanatnyi szívritmus értékekre kíváncsiak a kutatók, ill. az adatgyűjtő rendszerrel szemben nem elvárás az, hogy a mozgó állaton hosszabb időn át fennmaradjon, a kutyákat álló vagy fekvő helyzetben vizsgálják meg. Ilyenkor is a legegyszerűbb módszer az EKG mérés. Stephien és munkatársai (1998) a kutyák szívritmusát EKG méréssel rögzítették

(Sonos 1000, Hewlett-Packard), mialatt az állatok a jobboldalukon feküdtek; a szívritmus-variancia vizsgálatot végző Minors és O'Grady (1997) kb. 20 percen át mértek EKG-t (EK/5A Burdick Corp) szintén fekvő dobermann kutyákon. Egy másik lehetséges megoldás, ami borotválást sem igényel a sztetoszkópos vizsgálat (Gazzano és mtsi., 2008).

### **1.5.2 A kutyák szívritmus-varianciája**

Érdekes módon, szemben más háziállatainkkal, a kutyák viselkedésének és szívritmus-varianciájának kapcsolatáról igen kevés tudományos cikk készült. A háziállatok szívritmus-variancia mérésének Task Force-aként emlegetett összefoglaló műből is hiányoznak a kutyás adatok (von Borell és mtsi., 2007). E munkában gyakorlatilag említést sem tesznek a kutyákról, bár ennek okát nem fejtik ki. Azon kevés közlemény, amely e témával foglalkozik túlnyomórészt állatorvosi szaklapokban jelent meg (pl. Minors és O'Grady, 1997; Olsen és mts-i 1999). Hogyha összehasonlítjuk az emberek és a kutyák szívritmus-varianciáját az egyik feltűnő különbség az, hogy a kutyáknál nyugalmi helyzetben a paraszimpatikus rendszer lényegesen nagyobb szerepet kap a variancia kialakulásában, mint a szimpatikus rendszer (Pagani és mtsi., 1986), ami a magasfrekvenciás komponens túlsúlyában nyilvánul meg. A magasfrekvenciás komponens (vágusz hatás) túlsúlyát igazolta Minors és O'Grady (1997) is.

Mint azt már korábban említésre került, a szívritmus-variancia jó jelzője lehet a különböző patológiás állapotoknak (Task Force, 1996; von Borell és mtsi., 2007). Tacsó és dobermann fajtájú kutyáknál is találtak összefüggést a szív különböző betegségei és a kutyák szívritmus-varianciája között (Olsen és mts-i 1999; Minors és O'Grady, 1997). Olsen és munkatársai (1999) 24 órás folyamatos EKG-t gyűjtöttek a kutyákról, amelyek az adatok felvétele alatt otthon tartózkodtak a gazdájukkal és ugyanolyan rend szerint éltek, mint máskor. Az effajta adatgyűjtés nem tette lehetővé az egyes viselkedésformák és a variancia összefüggésének elemzését. Mivel egy fajtába tartozó (tacsó) kutyákat vizsgáltak, az egyedek nagyjából hasonló méretűek és testtömegűek voltak. Ennek ellenére a szívritmus-variancia nagy egyedi eltéréseket mutatott, és az egyedi variancia mutatók (alacsony- és magasfrekvenciás komponensek, SDNN, stb.) is csak az esetek kb. 1/3-ában korreláltak egymással a 24 órás átlagértékeket tekintve. A kanok és a szukák szívritmus-varianciája csak kis mértékben tért el, a kanok szívritmus-varianciája általában nagyobb volt, mint a szukáké. A kor (felnőtt állatokról volt szó) és a testtömeg nem befolyásolta a mérési eredményeket. A vizsgálat arra is felhívta a figyelmet, hogy a különféle elemzések során (pl. kor-, testtömeg-, szívbillentyű rendellenesség hatása) igen különböző eredmények kaphatók attól függően, hogy az elemzést milyen hosszúságú adatsoron (pl. 6 perc, 1 óra, 6 óra, 24 óra) és mikor

(napközben vagy éjjel) végzik.

Minors és O'Grady (1997) szintén a kutyákon végzett szívritmus-variancia elemzés nehézségeire hívta fel a figyelmet. Ők is egy fajtába tartozó kutyákat hasonlítottak össze. A szívbeteg dobermannok szívritmus-varianciája lényegesen alacsonyabb volt, mint az egészségeseké, ami főként a magasfrekvenciás komponens – azaz a vágusz aktivitás - csökkenésében nyilvánult meg. Azonban a szívbetegség egy későbbi időpontban történő megjelenését nem tudták a szívritmus-variancia aktuális értékeiből megjósolni. A spektrál analízis egyik általános alapfeltétele, hogy az adatsor megfelelően hosszú (min. 2-5 perc) és stacionárius legyen (Task Force, 1996). A kutyák esetében azonban stacionárius adatsor felvételére alig-alig van lehetőség. Még egy fekvő kutyánál is, a fej vagy a láb apróbb mozdulatai („viselkedési zaj”), az esetlegesen kialakuló artefaktumok miatt komoly változásokat okozhatnak a varianciában (Marchant-Forde és mtsi., 2004). A másik lényeges tényező, ami az adatsor stacionárius voltát megzavarhatja a légzés. A mind frekvenciájában, mind pedig mélységében egyenletes légzés a spektrál analízisre szánt adatsor felvételének idején, szintén alapkövetelmény lenne (Minors és O'Grady, 1997).

Az alvó kutyák szívritmus-varianciáját lényegesen magasabbnak találták, mint az éber kutyákét, ami elsősorban a magas frekvenciás (vágusz) komponens erősödésében nyilvánult meg a lassú hullámú alvás alatt (Takeuchi és Harada, 2002).

### **1.5.3 A kutyák szívritmusát befolyásoló tényezők**

#### A mozgás hatása a kutyák szívritmusára

Korábban már volt szó arról, hogy a viselkedés alapvetően befolyásolja az állatok szív működését. Ez a kutyáknál sincs másként. Marhaterelő kutyák mozgását és szívritmusát egyszerre követték nyomon ausztrál kutatók (Hampson és McGowan, 2007). A mozgás ebben az esetben a terelést, tehát különböző járásformákat jelentett. A viselkedés részletesebb elemzésére a kísérletben nem volt mód. A kutyák (border collie-k, kelpie-k) naponta 13-30 km-t jártak be terelés közben. A maximális futási sebesség közel 44 km/h volt, átlagosan 35 km/h –s sebességgel szaladtak. A kutyák maximális szívritmusa 226-237/perc volt, de ez csak egészen rövid ideig tartó sprintekre volt jellemző. A terelések alatt átlagosan 180/perces szívritmusokat mértek. Ez az érték (ami a maximális szívritmus érték 80%-a), a terelési idő (átlag 3 óra) több mint 50%-ában megmaradt. A kutyák szívritmusa és futási sebessége 26km/órás sebességig lineárisan pozitívan korrelált, majd e felett a sebesség felett a szívritmus már elérte a maximumot, nem nőtt tovább. Szintén az igen intenzív fizikai aktivitás

és a kiugróan magas szívritmus értékek összefüggését jelzi, hogy verseny közben az angol agarak szívritmusának maximuma a 318/perces értéket is elérte (Staadén, 1984). Azt, hogy egy igen magas átlagos szívritmus érték hosszú időn át fennállhat versenyhelyzetben lévő szánhúzó kutyáknál is igazolták (Van Citters és Franklin, 1969). Bár az alvó kutyák szívritmusa 40-60/perc között volt, éber állapotban pedig 80-100/perces értékeket regisztráltak (pontos viselkedésformát ez esetben nem közöltek), a verseny ideje alatt (átlag 1 órán keresztül) az állatok szívritmusa 250-300/perces értéken maradt. Amikor a kutyák leálltak, a szívritmusuk is lecsökkent. Egy perc elteltével már csak 150/perces értékeket mértek. Jelen esetben a kutatók arra is felhívták a figyelmet, hogy versenyhelyzetben nem csak a mozgás befolyásolta a szív működést. Közvetlenül a verseny előtt, induláskor szintén erőteljes emelkedést tapasztaltak – az állatok szívritmusa 300/percre emelkedett-, pedig akkor még nem futottak. Ezt a nagyarányú szívritmus emelkedést a kutatók a verseny előtti izgalomnak tulajdonították.

A kutyák szívritmusát nem csak a fizikai aktivitásuk és az aktuális környezeti hatások (lásd később) befolyásolhatják, hanem az edzettség is. A jelenséget farkasoknál és kutyáknál is igazolták (Constable és mtsi., 1998, 2000; Stephien és mtsi., 1998). A vadon élő és fogságban tartott farkasok összehasonlításakor kiderült, hogy a vadon élő egyedek szívritmusa (feltehetően a nagyobb edzettség hatására) alacsonyabb volt, mint a fogságban tartottaké (Constable és mtsi., 1998). Stephien és munkatársai (1998) a fizikai tréning hatását a szív működés változására vizsgálták meg 77 alaszkai szánhúzó kutyán. A kutyák nyugalmi szívritmusa 15%-kal lecsökkent az 5 hónapon keresztül végzett napi szánhúzó-edzések után, a korábbi értékekhez képest. A szívritmus változása mellett a kutyák szívének bal kamrája is szignifikánsan nagyobb lett, hasonlóan a humán atlétáknál megfigyelhető változásokhoz. Más esetekben, a hosszabb időn át tartó tréningnek (6 hét) nem volt kimutatható hatása a nyugalmi szívritmusra, de fizikai megerőltetés után 2 perccel a kutyák szívritmusa alacsonyabb értékre esett vissza a tréning időszak után, mint az előtt (Mackintosh és mtsi., 1983). Fallani és munkatársai (2007) úgy találták, hogy nyugalmi állapotban (fekvés) a már képzés alatt álló ill. kiképzett vakvezető kutyák szívritmusa alacsonyabb volt, mint a másik két csoportba tartozó állatoké (képzetlen vakvezetők ill. kedvtelésből tartottak), amit részben a vakvezető kutyák fizikális edzettségével, részben pedig az adott helyzettel (ismeretlen helyszín) kapcsolatos tapasztalatból adódó megszokással magyaráztak.

Számos esetben a kutyák viselkedésének és a különböző környezeti ingereknek a hatását a szívritmusra, csak közvetve tudták szétválasztani. Amikor az állatokat különböző stresszhatásoknak teszik ki, természetes módon a viselkedési változások és a stresszre

jelentkező élettani változások egyszerre következnek be. A hirtelen zajtól vagy vizuális ingertől megijedő kutya pl. odébb ugrik, elszalad, így nehéz megállapítani, hogy pontosan mi okozza a megfigyelhető szívritmus változást. Azonban a részletesebb viselkedéselemzést adó vizsgálatok is igazolták a fizikai aktivitás és a szívritmus értékek szoros összefüggését. Az Ainsworth féle Idegen Helyzet Teszt egy módosított változatában (Palestrini és mts.-i, 2005) a kutyák szívritmusát az egyes - 3 perces - epizódokra kiértékeltek, függetlenül attól, hogy milyen viselkedést végzett ezalatt az állat. A magasabb fokú fizikai aktivitás általánosan magasabb szívritmus átlagokat eredményezett. A legkevesebb mozgást azokban az epizódokban mérték, amikor az állatok egyedül maradtak a szobában, és ezekben az időszakokban szívritmusuk is lecsökkent. Fallani és munkatársai (2007) az IHT-ben szintén azt tapasztalták, hogy azokban az epizódokban volt a kutyák szívritmusa a legmagasabb, amikor a legtöbbet mozogtak (játszottak). Más kísérletekben, amikor a kutyák stressz-érzékenységét vizsgálták vagy egyáltalán nem közöltek részletes viselkedési adatokat (Schalke és mtsi., 2007) vagy csak általános aktivitásnövekedésről számoltak be anélkül, hogy az aktuális viselkedésforma és a szívritmusban bekövetkező változást részletesen elemezték volna (Beerda és mtsi., 1998a, King és mtsi., 2003).

Habár részletes viselkedési vizsgálatokat nem végeztek, tacsók esetében is a szívritmus igen széles határok közötti változását tapasztalták, a 24 órás folyamatos mérés során (amikor is az állatok „normál” életritmusuknak megfelelően töltötték el gazdájukkal a napot) a minimális értékek 27-42/perc közé estek, a maximális értékek pedig elérték a 244-320/percet (Olsen és mtsi., 1999). Egy másik 24 órás EKG mérés hasonló eredményeket adott. A 18-34 kg-os, tehát közepes testméretűnek mondható kutyák minimális szívritmus értékei 17-46/perc között voltak, a maximális értékek pedig 110-300/perc közé estek (Hall és mtsi., 1991).

#### Az averzív környezeti ingerek hatása, egyéb stresszhatások

A kutyák félelmi állapotát vizsgáló kísérletekben a jellemző viselkedési változásokon (pl. összekuporodás, nyüszítés, ásítás, szájnyalogatás) túl jellemző szívritmus változást is tapasztaltak a kutatók (Beerda és mtsi., 1998a; King és mtsi., 2003). A különböző félelmet indukáló stresszorokra (a kutyát lenyomják a földre; pórázzal lehúzzák a földre; ernyő kinyitása; lezuhanó táskák; 120dB-es zaj) a kutyák eltérő viselkedési válaszokat adtak, de a szívritmus változás révén nem lehetett különbséget kimutatni az egyes helyzetek között. Az eltérő jellegű (mechanikai vizuális, akusztikus) akut stresszhatások minden esetben szívritmus

emelkedést okoztak (Beerda és mtsi., 1998a). A stresszhatások megszűntével a kutyák szívritmusa (max. 183/perc) átlagosan 8 percen belül normalizálódott, azaz ennyi időn belül érte ismét el a nyugalmi (átlag 75/perces) értéket. Hasonló maximális szívritmus értékeket (168/perc) kaptak egy másik kísérletben, ahol a kutyákat (angol agarak) egy színes ernyő kinyitásával ijesztették meg (King és mtsi., 2003). A kutyák szívritmusa az ernyő kinyitása után szignifikánsan megnőtt. Azoknak a kutyáknak, amelyek több időt töltöttek az ernyő fél méteres körzetében az átlagos szívritmusuk alacsonyabb volt, mint azoknak, melyek nem mentek annak közelébe.

Az elektromos nyakörvek alkalmazása a kutyák kiképzésében erősen vitatott módszer a szakértők körében. Használják a rendőr -, és vadászkutyák betanítása során, de kedvtelésből tartott ebeknél is alkalmazzák, egyes nem kívánatos viselkedésformák (pl. a vad üldözése) megszüntetésére (Schalke és mtsi., 2007). A felhasználást támogatók véleménye szerint a nyakörv segítségével lehetőség nyílik nagyobb távolságokból is leállítani/büntetni a kutyát, és ezáltal hatékonyan összeköthető a „nem-kívánatos” viselkedés és a büntetés. Mások az elektromos nyakörvek használatának teljes betiltását követelik – legalábbis a kutyás sportokban. Az ellentábor a kutyák tanítása során fellépő fájdalom és a félelem megjelenését tartja a leginkább veszélyesnek. Amikor kísérleti beagle kutyákon megvizsgálták az elektromos nyakörv használatának hatását az állatok szívritmusára, azt tapasztalták, hogy azoknak a kutyáknak a szívritmusa emelkedett meg leginkább, amelyeknél a büntetést (elektro-shock) véletlenszerűen alkalmazták, míg a „megfelelő időben” – a vadászat közben – büntetett állatok szívritmusában a változás kisebb mértékű volt (Schalke és mtsi., 2007). Sajnálatos tény, hogy a cikkben teljesen hiányzik a mérési adatok ismertetése és a viselkedés elemzése, ill. igen kis elemszámokkal dolgoztak, így erősen megkérdőjelezhető, hogy a kiszámíthatatlan stresszhatás vagy egyéb tényezők okozták-e a tapasztalt különbségeket.

Az averzív, fájdalmat okozó környezeti hatások jelzése önmagában is szívritmus emelkedést okozhat a kutyáknál, még olyankor is, ha lehetőségük van a hatás (fájdalom) elkerülésére. Galosy és munkatársai (1978) a kísérleti egyedeket arra kondicionálták, hogy egy 1000Hz-s hangjel megjelenése után megnyomjanak egy panelt, amivel elkerülhettek egy 1.5 mA-s shock hatást. Mikor a kutyák már sikeresen oldották meg a feladatot, 4 napon át ismételten mérték a szívritmusukat a feladat végzése előtti-alatti és utáni időszakban. A kutyák szívritmusa az elkerülési feladat alatt szignifikánsan megemelkedett a megelőző időszakhoz képest, majd a feladat utáni időszakban ismét lecsökkent. Ez a fajta szívritmus ingadozás csak az első 2 mérési napon volt megfigyelhető. A második 2 mérési napon már nem tapasztaltak szívritmus emelkedést a kondicionált feladat teljesítése során, viszont a

kutyák szívritmus értékei általánosan magasabbak voltak végig a tesztidőszak alatt. A tesztek során a shock jelzése önmagában is kiváltotta a szívritmus emelkedést, anélkül, hogy az állatok fizikai fájdalmat szenvedtek volna el.

A szeparációs stressz kutyákra gyakorolt hatását elsősorban a kutya gazdájától történő elválasztásával kapcsolatban vizsgálták a szívritmus változások tükrében. Palestrini és munkatársai (2005) családokban élő kutyákat (17 egyed) az Idegen Helyzet Tesztben tesztelve azt tapasztalták, hogy azokban az epizódokban volt a kutyák szívritmusa a legmagasabb, amikor a gazdájuk visszament hozzájuk, bár ekkor volt a legnagyobb az általános aktivitási szintjük is. Mint az korábban már említésre került, a legkevesebb mozgást azokban az epizódokban lehetett megfigyelni, amikor a kutyák egyedül maradtak és ez a szívritmus csökkenéséhez vezetett. Viszont az ekkor mért szívritmusuk magasabb volt azoknál az értékeknél, amit az első epizódban mértek, amikor a kutyák együtt voltak a gazdájukkal és relatíve többet mozogtak. A kutatók a szívritmus relatíve magas voltát a szeparáció okozta mentális stressznek tulajdonították.

A szeparációs helyzetben mutatott viselkedési és élettani reakciókat a fajta és a használati típus tükrében elemezték Fallani és munkatársai (2007) szintén az Idegen Helyzet Tesztben. A vizsgálatban szereplő alanyokat (57 egyed) alapvetően 4 csoportra osztották: egy részük már képzett vakvezető volt, 2 másik csoportba pedig fiatal, még képzetlen ill. képzés alatt álló kutyák tartoztak. A negyedik csoportba a kedvtelési célból tartott ebeket osztották. Hasonlóan Palesztriniék (2005) eredményeihez, itt is azt tapasztalták, hogy a szeparáció alatt, a kutyák kevesebbet mozogtak, és a szívritmusuk is lecsökkent, viszont magasabb volt annál, mint amikor az első fázisban együtt voltak a gazdájukkal. Azonban azt is megfigyelték, hogy a szeparációs fázisban a kutyák az ajtóra orientáltak, ami a figyelmi állapot növekedését (és ezzel együtt a szívritmus csökkenését) eredményezhette. Habár a vakvezető és a tréning alatt állók szívritmusa alaphelyzetben nem különbözött (ekkor az állatok a gazdájuk mellett pórázon tartva feküdtek a földön), a tesztek során a vakvezető kutyák szívritmusa általánosan magasabb volt. A jelenséget a már képzett és gazdához került kutyák magasabb fokú emocionalitásával magyarázták.

#### A pozitív környezeti ingerek hatása: simogatás, táplálék

A táplálék vagy a simogatás jutalmazó értéke számos esetben megnyilvánul, hiszen a kutyák (és egyéb állatok) táplálékkal és simogatással is kondicionálhatók a különböző tanulási feladatokban. A pozitív megerősítés során a kívánt viselkedésforma megjelenésekor adott



jutalomfalat és/vagy simogatás hatására az adott viselkedés egyre gyakoribb megjelenésére lehet számítani (Blackwell és mtsi., 2008).

Kostarczyk és Fonberg (1982a) a simogatást használták pozitív megerősítőnek egy instrumentális kondicionálás során (adott hangjelre egy pedál lenyomása). A kutyák többségének szívritmusa a simogatás közben lecsökkent, de volt néhány egyed amelyeknél az értéke éppen ellenkező irányban változott, a simogatás hatására megnőtt. Ezeknél az egyedeknél a kondicionálási feladat sem járt sikerrel, feltehetően számukra az emberi simogatás nem szolgált pozitív megerősítőként és indifferens vagy akár negatív emocionális hatása lehetett. A többi egyednél ellenben a taktilis stimuláció pozitív emocionális hatású volt. Ezeknél a kutyáknál a simogatás elhagyása okozta a szívritmus emelkedést. A simogatás hatására a kutyák lenyugodtak, ami a szívritmus csökkenésben is megmutatkozott.

Érdekes eredményeket kaptak félénkségre szelektált és normál (nem szelektált) pointer kutyák az emberi jelenlétre mutatott szívritmus változásának összehasonlításakor (Newton és Lucas, 1982). Az állatokat egyesével tesztelték egy „Pavlov-féle állásban”, ahol az állatokat egy rövid időre magukra hagyták. A kísérletvezető megjelenésekor a normál vonalba tartozó kutyáknál szívritmus emelkedést, a félénk kutyáknál pedig szívritmus csökkenést tapasztaltak. Amikor a kísérletvezető simogatni kezdte az állatokat a két csoport ismét ellentétesen reagált. A normál pointer kutyák szívritmusa lecsökkent a simogatás hatására, míg a félénkek szívritmusa megemelkedett. A kutatók magyarázata szerint a normál kutyáknál a kezdeti szívritmus emelkedést az emberi jelenlétre mutatott szimpatikus izgalom okozta, amit a simogatás nyugtató hatása lecsökkentett. Normál esetben a félelem a kutyáknál szívritmus emelkedést okoz (Beerda és mtsi., 1998a, King és mtsi., 2003), ezért a félénkségre szelektált kutyák „abnormális” szívritmus változásának hátterében genetikai okokat feltételeztek ill. a félénkségre szelektált kutyák az ember jelenlétében olyannyira félhettek (ezt egyébként számos viselkedési tesztben is igazolták), hogy a (számukra) extra erős stresszhatás szívritmus csökkenést, (vágusz tónus túlsúlyt) okozott. A neurotikus kutyák esetében is hasonló reakciót (szívritmus csökkenést) mutattak ki az emberi jelenlétre. A félős pointereknél a simogatás szívritmus növelő hatását szintén a stressznek tudták be, számukra a fizikai kontaktus nem volt nyugtató hatású (bár ez esetben felmerülhet a kérdés, hogy mi jelenthet nagyobb stressz számukra a pusztán emberi jelenlét vagy az emberi fizikai kontaktus).

A táplálék is jutalmazó hatású, táplálkozás közben a kutyák szívritmusa jellemző módon változik meg. A változást több tényező is befolyásolja, mint azt Kostarczyk és Fonberg (1982b) kimutatta. A táplálkozó kutyák szívritmusa a táplálkozás kezdeti szakaszában megnőtt, majd idővel fokozatosan lecsökkent. Az is kiderült, hogy a szívritmus

változásának mértéke attól függően volt nagyobb vagy kisebb, hogy a kutyák mit ettek. Hogyha kedvenc táplálékukat fogyasztották, a szívritmusuk sokkal jobban megemelkedett a kezdeti időszakban, mint amikor a kevésbé kedvelt táplálékot ették. A legkevésbé kedvelt táplálék fogyasztásakor pedig egyáltalán nem tapasztaltak szívritmus emelkedést, ami rávilágított arra, hogy a táplálék jutalmazó értéke egyaránt függhet az állat éhségétől és a táplálék minőségétől is.

#### Fajta és nem hatás, egyedi eltérések

A fajta hatását mutatták ki Fallani és munkatársai (2007), kísérletükben a labrador retrieverek szívritmusát általában magasabbnak találták, mint a golden retrieverekét. Ebben azonban az egyedek eltérő viselkedése is közrejátszhatott, mivel a labradorok általában többet is játszottak a teszt alatt. Habár Doxey és Boswood (2004) nem találtak különbséget az általuk vizsgált 6 kutyafajta (német juhász, boxer, Cavallier King Charles spániel, bulldog, labrador retriever, cocker spániel) szívritmusában, a szívritmus-varianciájuk eltérő volt. A rövid fejű fajták (boxer, Cavallier King Charles spániel, bulldog) szívritmus-varianciája magasabb volt, mint a hosszú fejűeké (német juhász, labrador retriever, cocker spániel). Fontos azonban megjegyezni, hogy ők a varianciát egy igen rövid adatszakaszon (kb. fél perc) belül elemezték az idő tartományban. Véleményük szerint a rövid fejű kutyák esetében a légutak elhelyezkedéséből adódó eltérő légzés okozhatta a variancia eltérését a fajták között. A rövid fejű kutyáknál, a légzés által befolyásolt magasfrekvenciás komponens lett erőteljesebb.

A nemek közötti összehasonlításkor a kanok és szukák átlagos szívritmusa nem tért el a tacsók esetében (Olsen és mtsi., 1999).

A vakvezetésre képzett kutyák igen nagy egyedi temperamentumbeli eltéréseire hívta fel a figyelmet Vincent és Leahy (1997). A kísérletben használt labrador retriever és golden retriever keresztezésből származó F1 kutyák szívritmusa és szívritmus-varianciája is igen eltérő volt. A kiképzőjük által nyugodt/nem-stressz érzékenynek (calm/non-stress prone) vagy izgatott/stressz érzékenynek (excitable/stress prone) ítélt kutyák a különböző gyakorlati helyzetekben (pl. elhaladás emberek, kutyák mellett; akadályokon, gyalogos átkelőkön való átmenetel; macska látványa) jellemzően eltérő szívritmus változásokat mutattak. A stressz érzékenynek ítélt egyedek szívritmusa és szívritmus-varianciája is magasabb volt, mint a nyugodtnak ítélt egyedeké. Az eredmények érvényességét talán némileg gyengítheti, hogy mindössze 3-3 egyedet vizsgáltak, és a viselkedési reakciók részletes ismertetése sem történt meg.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a kutyák szívritmusának és szívritmus-varianciájának mérése - hasonlóan más fajokhoz - alkalmas módszer lehet a belső állapotok értékelésekor. Számos esetben igazolódott, hogy a fizikai aktivitás mellett a pszichés hatások is befolyásolják ezen élettani paraméterek értékeit. Azonban más fajokkal összehasonlítva, a kutyák esetében a mérések során számos módszertani problémával kell szembenézni. Nincs olyan speciális mérőműszer, amelyet kifejezetten a kutyák szívritmusának mérésére fejlesztettek volna ki. Az adatok kiértékelése is igen sokféle módon történik. A leggyakrabban alkalmazott módszer az, hogy egy adott megfigyelési időszakra kiszámolják a szívritmus átlagát, majd a párhuzamos viselkedési változók gyakoriságát, illetve a szívritmus paramétereket külön-külön értékelik. Ilyenkor a többféle, különböző aktivitás relatív hatását nehéz szétválasztani, továbbá nehéz megbecsülni, hogy milyen mértékben befolyásolják a szívritmus változásait az egyes pszichés ill. kognitív tényezők.

## 1.6 Célkitűzések

Vizsgálatainkkal első lépésben egy, a humán pszicho-fiziológiai kutatásokban alkalmazott mérőrendszer, az ISAX kutyákon való alkalmazhatóságát szeretnénk volna kipróbálni. A továbbiakban az ISAX segítségével olyan helyzetekben szeretnénk volna nyomon követni a kutyák szívritmus változásait, melyek a kutyák gazdájukhoz való kötődésével ill. a kommunikációs viselkedésével kapcsolatosak.

### 1.6.1 A testhelyzet és a mozgási aktivitás hatása

Az eddig leírtakból kiderült, hogy a különböző mozgásformák nagymértékben befolyásolhatják az állatok szívritmusát. A kutyák esetében azonban nincsenek olyan szakirodalmi adatok, melyek adott viselkedésformákhoz köthetően adnának tájékoztatást a szívritmus alakulásáról. Először is szeretnénk volna megtudni, hogy a kutyák testhelyzete és mozgási aktivitása milyen mértékben befolyásolja a szívritmusukat és szívritmus-varianciájukat.

*Milyen módon befolyásolja a kutyák szívritmusát és szívritmus-varianciáját a 3 legáltalánosabb testhelyzet: fekvés, ülés és állás?*

E kérdéssel kapcsolatban az volt a hipotézisünk, hogy az egyes testhelyzetekben mérhető szívritmus és szívritmus-variancia értékek eltérőek lesznek. A más fajoktól származó szakirodalmi adatok alapján (pl. Marchant és mtsi., 1997; Webster és Jones, 1998) feltételeztük, hogy fekvés közben lesz a legalacsonyabb a kutyák szívritmusa.

*Mennyiben változnak meg a fent említett paraméterek akkor, ha a kutya lassú helyváltoztató mozgást végez – sétál?*

Feltételeztük, hogy a mozgási aktivitás növekedésével együtt járó nagyobb energiaigény a statikus állapotokhoz képest magasabb szívritmust (és ezzel párhuzamosan alacsonyabb varianciát) fog eredményezni.

### 1.6.2 A figyelmi állapot hatása

Az ELTE Etológiai Tanszékén számos kísérlet folyik szabadon mozgó, gazdával élő ún.

családi kutyák viselkedésének, kognitív képességeinek felderítésére. A kísérletek jelentős részében a kutyáknak figyelniük kell „valamire” (pl. Topál és mtsi., 1997; Miklósi és mtsi., 1998, 2000; Soproni és mtsi., 2001; Kubinyi és mtsi., 2003; Pongrácz és mtsi., 2003) és ezekben az esetekben a kutyákban zajló mentális folyamatokra csak a kutyák későbbi viselkedéséből lehet következtetni. A következő kérdésünk az volt, hogy a figyelmi állapotban beállt változás, miképpen tükröződik a szív működésben.

*Megváltozik-e a kutyák szívritmusa és szívritmus-varianciája, ha a figyelmi állapotukban változás következik be? Milyen változást okoz egy ismert (feladattal-játékkal kapcsolatos) tárgyra történő orientáció?*

Feltételeztük, hogy egy adott ingerrel (kedvenc játék felmutatása), - ami feltehetően nem averzív a kutyák számára - kiváltott orientációs reakció szívritmus csökkenést és ezzel párhuzamos szívritmus-variancia emelkedést fog eredményezni.

### **1.6.3 A gazdától történő szeparáció hatása**

A kutyák gazdájuk irányában mutatott kötődési viselkedését ill. az idegenekre mutatott reakcióit már több éve vizsgálják az ELTE Etológia Tanszékén (pl. Topál és mtsi., 1998, 2005; Gácsi és mtsi., 2001, 2005; Vas és mtsi., 2005, 2008). A gazdától történő szeparáció következtében megjelenő jellegzetes viselkedésformákon túl (pl. „ajtóban állás”) azonban viszonylag keveset tudunk azokról az élettani változásokról, melyek ezeket a helyzeteket kísérik. A korábbi vizsgálatok, melyek a gazdától történő szeparáció szívritmusra gyakorolt hatását elemezték, szabadon mozgó egyedeken történtek. Ezekben a kísérletekben a mozgás hatását a szeparációs stressz szív működésre gyakorolt hatásától csak közvetve tudták szétválasztani (Palestrini és munkatársai, 2005; Fallani és mtsi., 2007). A fentiek figyelembe vételével a következőkre kerestük a választ:

*Kimutatható-e a kutyák szívritmusának emelkedése a gazdától történő szeparációkor, ha a mozgásukat az adott helyzetben korlátozzuk? Miként változik meg ez esetben a szívritmus-variancia?*

Feltételeztük, hogy amennyiben a kutya mozgását kontroll alatt tartjuk, a szakirodalomban közölt szívritmus emelkedés még kimutatható marad. Továbbá azt vártuk, hogy a gazdától történő szeparáció hatására fellépő stressz szívritmus-variancia csökkenést eredményez.

*Hogyan változik meg a kutyák szívritmusa és szívritmus-varianciája akkor, ha a velük lévő idegen személy megsimogatja őket?*

A simogatás nyugtató hatásával kapcsolatos korábbi tapasztalatok alapján feltételeztük, hogy a kutyáknál fellépő szeparációs stressz csökkenni fog, a szívritmusuk a simogatás hatására lecsökken. A stressz hatás csökkenésével a szívritmus-variancia emelkedését is feltételeztük. Ugyanakkor azt is elképzelhetőnek tartottuk, hogy – amennyiben a kutyák számára a simogatás inkább averzív - a hatás éppen ellentétes lesz.

#### **1.6.4 A fenyegető idegen hatása a gazda jelenlétének függvényében**

Egy különálló kísérletsorozatban azt vizsgáltuk, hogy a gazda jelenléte mennyiben van nyugtató hatással a kutyákra egy potenciálisan veszélyes helyzetben. Vas és munkatársai (2005, 2008) kimutatták, hogy a fenyegető módon (hajlott tartás, folyamatos szemkontaktus) közelítő emberre a kutyák egy része jellegzetes elkerülő viselkedéssel, esetenként agresszióval reagált, míg mások barátságosan viselkedtek ebben a helyzetben. Ezek alapján felmerült a kérdés, hogy a fenyegető emberi közeledésnek van-e kimutatható élettani hatása is a kutyákra.

*Befolyásolja-e a kutyák szívritmusát és szívritmus-varianciáját egy fenyegető idegen közeledése? Kimutatható-e különbség a kutyák szívritmusában és szívritmus-varianciájában annak függvényében, hogy a gazdájuk mellettük van vagy nincs jelen a fenyegetés közben?*

Feltételeztük, hogy a fenyegető módon közeledő ember averzív a kutyák számára, így a fenyegetés hatására fellépő stressz a szívritmus növekedéssel és a szívritmus-variancia csökkenésével jár. Úgy gondoltuk, hogy a gazda jelenlétével (“biztonságos bázis” - “secure base” hatás) a stressz csökkenni fog, így a azoknál a kutyáknál, amelyeknél a gazda a fenyegetéskor jelen volt kisebb szívritmus és szívritmus-variancia változást vártunk.

#### **1.6.5 A fajspecifikus vokalizáció hatása**

A fajspecifikus vokalizációk szívritmusra gyakorolt hatásáról igen keveset tudunk, pedig az eltérő vokális jelekre mutatott – jellemző viselkedési változások mellett - az eltérő élettani reakciók is információt nyújthatnak a jelek funkcionális szerepéről (pl. csimpánz: Bernston és

Boysen, 1989; pingvin: Nakagawa és Waas, 2001, szarvasmarha: Marchant-Forde és munkatársai, 2002). Viszonylag keveset tudunk azonban arról, hogy a kutyák hogyan reagálnak az ugatásra, és képesek-e különbséget tenni a különböző helyzetekben rögzített ugatások között. Ezek kiderítésére a következő kérdéseket tettük fel:

*Megváltozik-e a kutyák szívritmusa, ha meghallják egy másik kutya adott kontextushoz köthető („idegent ugat”) ugatását? Megfigyelhető-e eltérés a fajspecifikus vokalizáció ill. egy „semleges zaj” bejátszásakor megjelenő reakciók között?*

Feltételeztük, hogy a kutyák másképpen fognak reagálni a fajtársuk hangjára, mint egy feltételezhetően indifferens mechanikus zajra. Az „idegent ugat” hangra a szívritmus emelkedését vártuk. Mivel ezt a vokalizációs típust az emberek is „agresszívnek” érzékelték, úgy gondoltuk, hogy hatására a kutyáknál inkább a védekezési (defenzív) reakció lesz megfigyelhető. A mechanikus zaj esetében - miután feltételezéseink szerint nincs biológiai relevanciája a kutyákra, vagy legalábbis nem jelez veszélyt – a szívritmus csökkenését (orientációs reakció) ill. változatlan értéken maradását vártuk.

A továbbiakban szeretnénk volna kideríteni, hogy (hasonlóan az emberekhez) képesek-e a kutyák is különbséget tenni az eltérő kontextusokban rögzített ugatások között. Ennek felderítésére a majmok vokális kommunikációjának vizsgálatában használt habituáció-diszkriminációs módszert alkalmaztuk, melynek az a lényege, hogy egy adott hangtípus ismételt bejátszása az egyedek orientációs válaszának megszűnését eredményezi, majd amennyiben egy új típusú hang újra orientációt okoz, az e hang megkülönböztetésének képességét jelzi (Sproul és mtsi., 2006).

*Történik-e diszhabituáció, azaz megváltozik-e a kutyák szívritmusa, hogyha egy másfajta akusztikai paraméterrel rendelkező ugatást hallanak?*

Feltételeztük, hogy az adott kontextusban felvett hang ismételt bejátszása habituációhoz vezet. Az volt a hipotézisünk, hogy amennyiben a kutyák az eltérő helyzetben megjelenő ugatást érzékelik és annak biológiai jelentősége lehet a számukra, a szívritmusuk is megváltozik az új típusú hang hatására, míg a különböző típusú mechanikus zajok bejátszása nem okoz hasonló változásokat.

## **2. MÓDSZER**

### **2.1 Vizsgálati alanyok**

A vizsgálatokban ún. családi kutyák vettek részt, azaz olyan állatok, melyek gazdájukkal közös háztartásban (kertben vagy lakásban) élnek, és rendszeresen foglalkoznak velük (pl. sétáltatják vagy kutyaiskolai foglalkozásokra járatják). Az alanyok kiválasztásakor alapvető szempont volt, hogy a kutya legalább közepes termetű (min. 15 kg-os) legyen, mivel képesnek kellett lennie arra, hogy a 300gr-os műszert hordozni tudja. Egy másik fontos szempont volt, hogy a kutya ne legyen túlságosan laza konstitúciójú, lógó bőrű. Az előzetes tapasztalataink azt mutatták, hogy az ilyen típusú kutyák RR görbéi igen sok hibás adatot tartalmaznak, ami feltehetően a rossz jelvezetésből adódott. A kísérletekben szereplő kutyák különböző fajtákból kerültek ki, és mindegyikük legalább 1,5 éves volt. A csoportok összeállításakor csak az ivar szerinti kiegyenlített megoszlás szempontjai játszottak szerepet.

### **2.2 A kísérleti helyszín és szereplők**

A vizsgálatokat az ELTE Etológia Tanszékén, egy 3.5x5.5 m-es üres szobában végeztük. A szoba a folyosótól és a többi, szomszédos szobától vizuálisan szeparált volt. Egy esetben egy külső helyszínen is folytak megfigyelések egy hasonló adottságú, zárt teremben. A szoba padlóját linóleum borította, amit az egyes mérések előtt fertőtlenítőszeres vízzel felmostunk abból a célból, hogy az egymás után következő kutyákat érő, fajtársaiktól eredő szaghatásokat minimalizáljuk. A szobában 22-24°C közötti átlaghőmérséklet volt. A szobában a fényviszonyok függvényében, szükség esetén mesterséges megvilágítást is alkalmaztunk. A kísérlet helyszínén a tesztekhez függően a kutyán kívül 1 (gazda) ill. 2 (gazda + idegen) személy tartózkodott. A tesztek teljes menetét videóra rögzítettük, és a kiértékelés a későbbiek során erről a felvételtől történt.

A mérések időpontját a gazdák igényeihez igazítottuk, de általában a délelőtti órákban történtek. Egy adott napon maximum négy egymás utáni mérés történt.

### **2.3 Protokoll**

A helyszínre érkező kutyákra egy - a kísérleti szobától kb. 10 m-re lévő – másik helységben szereltük fel a szívritmus mérő műszert (lásd alább). A művelet átlagosan 10-15 percet vett igénybe. A felhelyezett elektródák megfelelő elhelyezkedésének ellenőrzése és a szívritmus



mérő műszer előzetes kipróbálása is ebben a szobában zajlott. A kutyákat ezután átvezették a gazdáik a teszt szobába, ahol a tesztek megkezdése előtt további 10-15 percet tartózkodtak. Ez alatt az idő alatt a kutyák lehetőséget kaptak arra, hogy körbejárják a szobát, és hozzászokjanak a hám és a benne lévő műszer viseléséhez.

A különböző tesztek protokollja eltérő volt, ezeket az adott vizsgálat leírásánál ismertetjük.

## **2.4 A szívritmus mérése**

### **2.4.1 Az ISAX ismertetése**

A kutyák szívritmusának mérését az ISAX (Integrated System for Ambulatory Cardio-respiratory data acquisition and Spectral analysis) mérőrendszerrel végeztük (Láng és Horváth 1996). A rendszer 2 részből áll:

1. Egy többcsatornás miniatürizált, ambuláns mérő és jeltároló műszerből, mellyel különböző biológiai jelek (EKG, légzésgörbe) mérhetőek és tárolhatóak. Esetünkben csak a szívperiódus (RR távolság) mérésére került sor. A műszer hosszú időn (max. 24 óra) keresztül tud adatgyűjtést és tárolást végezni. Az ISAX rendszer adatgyűjtő egységében az EKG szűrése és felerősítése után a beépített alakfelismerő algoritmus detektálja az EKG R hullámait, méri és elraktározza a szomszédos R hullámok között eltelt időtartamot, más néven szívperiódust (RR távolság, ms). Az adatrögzítő egység egy hordozható, műanyagborítású (10 x 5 x 2 cm) doboz (300 g). A műszeren egy eseményjelző gomb (marker) is van, amely a későbbi kiértékelés során segítheti a felhasználót.

2. Egy komplex program csomagból, melyek részben az adatok PC-be való beolvasását, részben pedig a rögzített jelek spektrális analízisét teszik lehetővé.

Az ISAX-et eredetileg a humán pszichofiziológiai kutatásokra fejlesztették ki, kutyákon korábban még nem alkalmazták. Elsődlegesen a vegetatív idegrendszeri reakciók nem invazív módon történő vizsgálatára használták beteg ill. egészséges kísérleti személyeken (Láng és Szilágyi, 1991; Láng és mtsi., 1992, 1998).

## 2.4.2 A műszer felhelyezése a kutyákra

A műszert a vizsgálat megkezdése előtt min. 30 perccel helyeztük fel a kutyákra. Az elektródák felhelyezése előtt a kutyák szőrét 3 db kb. 5 cm átmérőjű folton leborotváltuk (ÁBRA). A kutyát a gazda lefektette, a borotválást fekvő helyzetű kutyán végeztük a gazda jelenlétében. A szőrt először egy elektromos nyíróval távolítottuk el az adott területről, majd egy kézi borotvával a bőrt tökéletesen simára borotváltuk (3. kép). Amennyiben a bőr zsíros volt, langyos vízben megnedvesített szappanos vattával is áttöröltük az adott bőrfelszínt. Az elektródák a következő módon lettek elhelyezve: 1. baloldal, szívcsúcs tájék (reg. cardiaca); 2. jobboldal, az elülső végtagok közti mellkas rész (reg. sternalis), 3. baloldal, bordatájék (reg. costalis) (4. kép). Az adatgyűjtő egységhez csatlakoztattuk a kutyák mellkasán elhelyezett 3 db. EKG elektródát (Metec Austria S50 LG Ag/AgCl).

**3. kép A kutya szőrének leborotválása**



**4. kép Az elektródák felhelyezése**



Az adatrögzítő egységet egy speciálisan e célra kialakított hámban helyeztük el, amit a kutyák testén rögzítettünk (5. kép).

**5. kép A hám elhelyezkedése a kutyán**



A tesztek befejezése után az elektródákat és műszert a hámmal együtt eltávolítottuk a kutyákról. Az elektródák helyén a bőrt nedves vattával megtisztítottuk és sebhintőporral

beszórtuk.

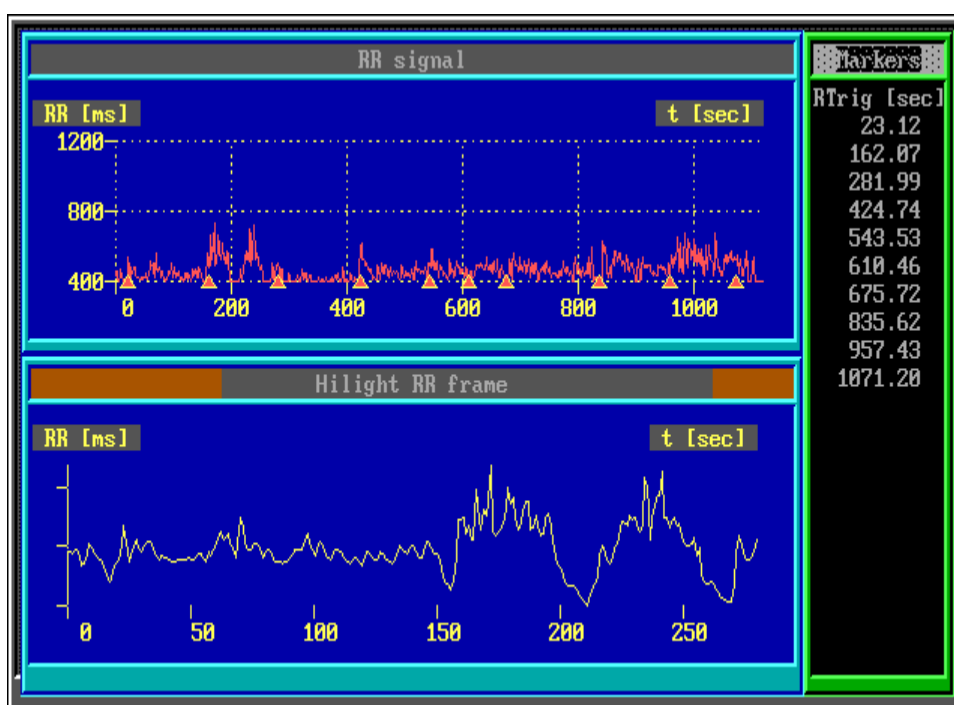
## 2.5 Adatértékelés

A kutyák tesztekben megfigyelhető viselkedésének kiértékelése mindig utólag, a videofelvétel visszajátszása során történt. Miután a különböző tesztekben más és más szempontok alapján értékeltük az alanyok viselkedését, ezeket a tesztek leírásakor ismertetjük. Minden esetben alapvető szempont volt azonban az, hogy a kutya videón rögzített viselkedése és az ISAX által mért RR távolság adatsor szinkronban legyen egymással.

Az adatgyűjtés befejezése után az adatrögzítő egységet egy PC-hez csatlakoztattuk, s az adatokat egy beolvasó program segítségével a számítógépbe vittük. Az RR adatokat első lépésben az ISAX egyik programja által előállítható grafikus ábrán szemrevételeztük. (6. kép)

### 6. kép

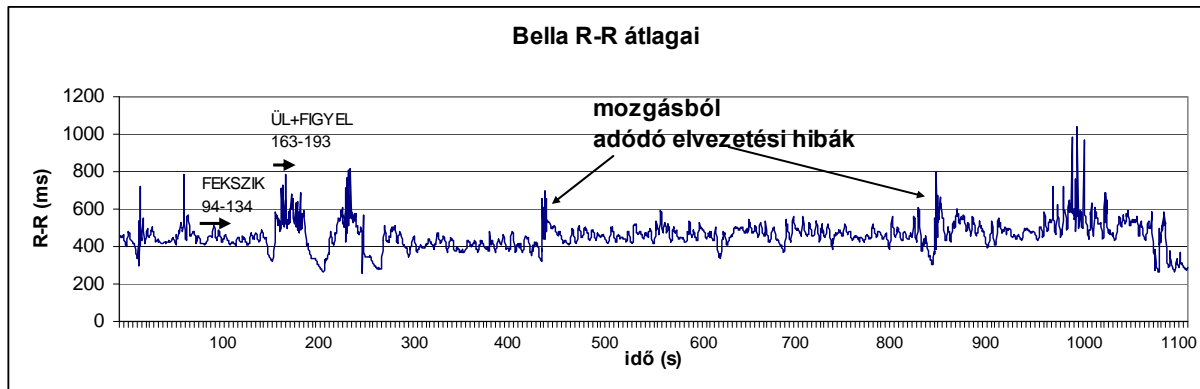
**Bella kutya RR görbéje.** A kép felső részén a teljes regisztrátum, az alsó részen pedig annak egy kiemelt szakasza látható. A jobb szélső oszlopban a marker lenyomásának időpontjai vannak feltüntetve, amit a regisztrátum felső RR görbájén a kis ▲-k jelölnek.



A grafikus ábrán első látásra felfedezhetőek voltak az (általában hirtelen mozdulatokból) adódó elvezetési hibák. (1. ábra, 7. kép)

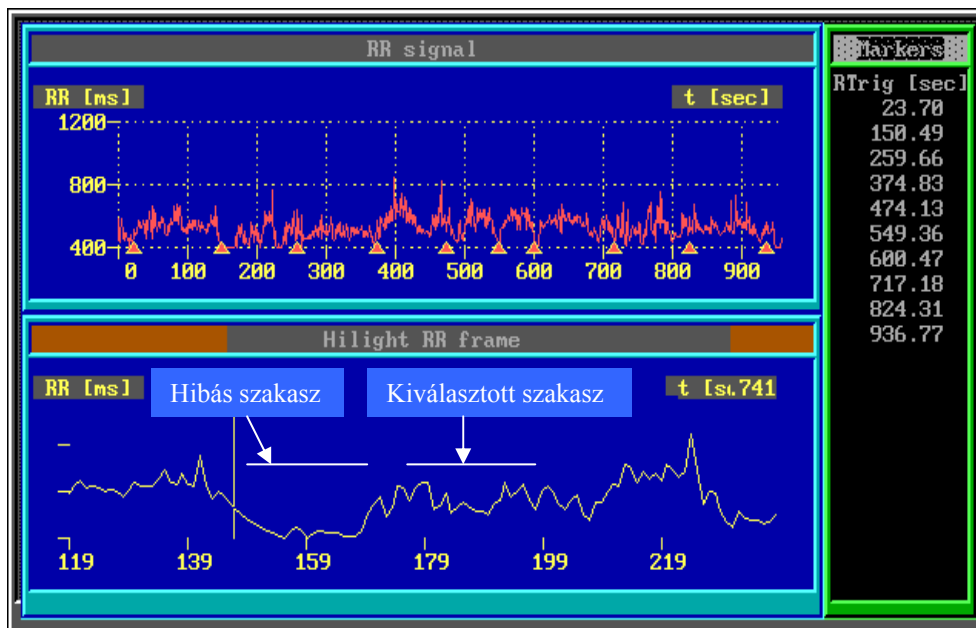
## 1. ábra

Bella kutya RR görbéje (szemléltetésre készült ábra)



## 7. kép

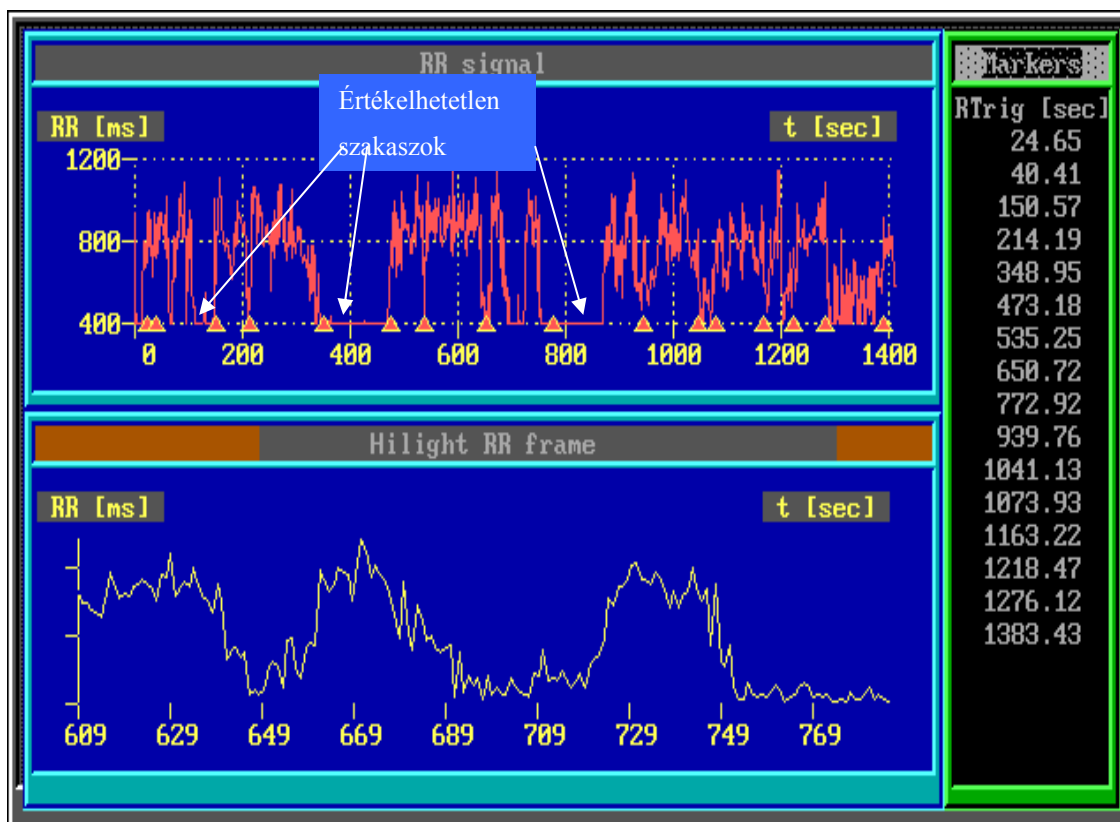
Ubul kutya RR görbéje, a hibás szakasz regisztrálása során a kutya sokat mozgott (150 s-nál történt a gombnyomás, nem sokkal előtte állt fel az ülésből), a kiválasztásra került szakasz regisztrálása során a kutya egyhelyben állt.



Olyan eset is előfordult, hogy az adott egyed regisztrátuma olyan sok hibát tartalmazott, hogy a kiértékelésben nem tudtuk felhasználni (8. kép).

## 8. kép

Zeno kutya RR görbéje, igen sok hibás szakasszal. Ennek a kutyának az adatait nem használtuk fel az adatelemzés során.



Az adatelemzéshez csak olyan szakaszokat válogattunk ki, melyekben nem voltak láthatóak hibás adatpontok. Az adatsorokat a továbbiakban egy Excel táblázatba másoltuk. A kiértékelés során a ms-ban mért RR értékkel számoltunk. A videofelvétel alapján megfelelőnek ítélt szakaszokat és a táblázatban adott időpontokhoz rendelhető RR távolságokat szinkronba hoztuk, majd - kísérlettől függően - adott hosszúságú idő intervallumokra eső szakaszokban kiszámoltuk az RR átlagokat, illetve RR szórásokat (SDNN). Az RR átlagokból az adott időszakra eső szívritmus értéket (SzR) a következő módon számoltuk ki:  $SzR = 60\,000 / \text{RR átlag}$ .

A statisztikai elemzéseket az RR átlagokból számított egyedi szívritmus értékekkel (jelölés SzR), a szívritmus-variancia elemzését pedig az RR szórásokból (jelölése: SDNN) végeztük. A statisztikai analízis módszereit, az alkalmazott tesztípusokat minden vizsgálatnál külön-külön részletesen megadjuk. A statisztikai elemzéseket az SPSS 9.0 és az InStat 3.0 programok felhasználásával végeztük.

### 3. VIZSGÁLATOK

A célkitűzésben felvetett kérdésekre alapvetően három különböző kísérletsorozat elvégzésével kerestük a választ. Az első kísérlet eredményei alapján dolgoztuk ki a két másik vizsgálat protokollját.

#### 3.1 A különböző viselkedésformák és a szívritmus ill. szívritmus-variancia változás összefüggései

Major (1998) rhesus majmok viselkedésének és szívritmusának részletes elemzése alapján rávilágított arra, hogy gyakran az állatok apróbb mozdulatai is a szívritmus emelkedését okozhatják. A kutyák esetében azonban nincsenek olyan szakirodalmi adatok, melyek adott viselkedésformákhoz köthetően adnának tájékoztatást a szívritmus alakulásáról. A fizikai aktivitás mellett azonban a különböző pszichés és kognitív hatások is befolyásolhatják a szív működését ezért e tényezők szívritmusra gyakorolt hatását is szeretnénk volna megvizsgálni. A kétfajta hatás szétválasztása (fizikai aktivitás és pszichés/kognitív hatás) céljából a kísérletet úgy terveztük meg, hogy a teszt során a kutyák aktuális fizikai aktivitása összemérhető legyen a pszichés/kognitív hatást vizsgáló helyzetek és az ezekkel párhuzamba állítható „nyugalmi” helyzetek között.

#### *Alanyok*

Az első kísérletben tizennégy családi kutya (7 kan, 7 szuka) vett részt. Az állatok mind 18 hónapnál idősebbek ( $65 \pm 25$  hónap) voltak. A testméretük átlagos (kanok:  $34 \pm 5$  kg, szukák:  $25 \pm 7$  kg) volt, 13 fajtatiszta egyed (6 belga juhász, 4 német juhász, 2 border collie, 1 golden retriever) és 1 keverék kutya volt köztük. A kísérletben való részvétel feltétele volt a kutyák alapszintű engedelmissége és az *Ül!*, *Áll!* és *Fekszik!* parancsszavakra való feladatvégrehajtás. Mindegyik kutya motiválható volt labdával. Az előzetes megkérdezések alapján a labda a rendszeres játék eszköze, feladatok végrehajtása után, pedig jutalom (megerősítő) volt az állatok számára. Annak eldöntésére, hogy az alanyok előfeltételeknek valóban megfelelnek, a tesztek megkezdése előtt megkértük a gazdákat, hogy a kutyáikat utasítsák a fent említett testhelyzetek felvételére. A kutyák labdával való motiválhatóságának eldöntésére pedig arra kértük a gazdákat, hogy egy rövid ideig játszanak a kutyájukkal.

A korábban ismertetett módon előkészített, hámmal és a mérőműszerrel felszerelt kutya a gazdájával a teszt helységbe ment, ahol kb. 10-15 perces átmeneti időszak után indult a kísérlet. A vizsgálatok közben a kutyák a mozgásuk jobb kontrollálhatósága érdekében végig pórázon voltak. A teszt alapvetően 2 részből állt. Az első részben (I. Epizód) a kutya a gazdával együtt vett részt a kísérletben, a második részben (II. Epizód) a gazda távozott a szobából, és a kutya a kísérletvezetővel bennmaradt a helységben. Mindkét epizód több fázisra különült (2. ábra).

A fázisok hosszát az előkísérletek alapján határoztuk meg. Úgy tapasztaltuk, hogy a folyamatos állás, több kutya számára is relatíve nehéz feladat volt, ezért ennek hosszát a tesztben a többi fázis időtartamához képest rövidebbre szabtuk. Hasonlóan nehéz volt a kutyák figyelmének hosszas fenntartása a labdával, ezért ez esetben is egy rövidebb időtartamot jelöltünk ki. Az előkísérletek azt mutatták, hogy fekvés közben sok kutya hajlamos volt elaludni, vagy legalábbis a szemét becsukva „szunyókálni”, ha a fejüket lerakhatták a földre. Mivel az alvás közben a kutyák szívritmus-varianciája lényegesen megváltozik az éber állapothoz képest (Takeuchi és Harada, 2002), megkértük a gazdákat, hogy fekvés közben ne engedjék meg a kutyáiknak, hogy letegyék a fejüket a földre.

#### I. Epizód (kb. 8-10 perc)

A kísérlet első része alapvetően 5 – különböző időtartamú - fázisból állt. Ebből háromban a gazda a pórázon tartott kutyát a következő testhelyzetek felvételére utasította: ülés (“ül” - 2 perc), állás (“áll” – 1 perc) és fekvés (“fekszik” – 2 perc). A negyedik fázis alatt lassú tempóban sétáltak a szobában (“sétál” – 2 perc) és az ötödik fázisban a gazda a leültetett kutyának felmutatta a labdáját, kb. 30-40 cm-re tartva a kutya fejétől. Ezt a műveletet egy rövid közbeiktatott játék után (kb. 15-20 mp) újra megismételték (“ül+labda” – 2 x 30-40 mp). Amennyiben a kutya az egyes fázisok közben magától megváltoztatta a viselkedését (pl. ülés közben felállt vagy lefeküdt) a gazda finoman újra a kívánt pozícióba utasította.

A fázisok alatt a kísérletvezető (mindig ugyanaz a nő – Maros Katalin) a szobában tartózkodott és kezelte a sarokban felállított kamerát. Az egyes fázisok kezdetét és végét stopperórával mérte és szóban közölte a gazdával. A gazda a fázisok megkezdésekor a mérőműszer markerjének lenyomásával egyidőben hangosan bemondta a „MOST” szót, ami a későbbi viselkedési és szívritmus adatok szinkronizációját szolgálta.

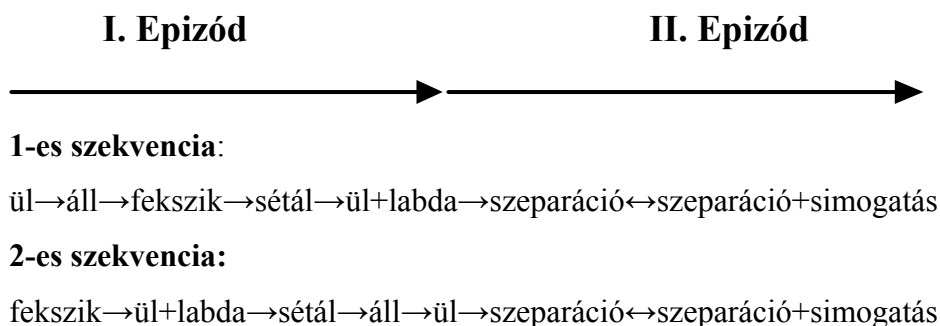
## II. Epizód (4 perc)

Az I. Epizód végeztével a gazda átadta a pórázon tartott kutyát a kísérletvezetőnek és kiment a szobából, majd becsukta maga mögött az ajtót. A kísérletvezető a kutyával az ajtó közelében maradt. Ez az epizód 2 db, egyenként 2 perces fázisra különült. Az egyik fázisban a kísérletvezető csendben, mozdulatlanul állt a kutya mellett ("szeparáció" – 2 perc), a másik fázisban pedig (főként a fej, nyak, hát tájékon) végigsimogatta a kutyát ("szeparáció + simogatás" – 2 perc). A II. Epizód leteltével a kísérletvezető kinyitotta az ajtót, és a folyosón várakozó gazdához vezette az állatot.

A teszt befejeztével a kutyákról eltávolítottuk a műszert. Minden kutyát 2 alkalommal teszteltünk le, az alkalmak között minimum 3 nap különbség volt. Az ismételések során az epizódok sorrendje nem változott, viszont a fázisok eltérő sorrendben követték egymást. Minden kutyát mindkét sorrendben leteszteltünk. Az alanyok fele (7 eb) az egyik sorrenddel (1-es szekvencia) kezdett, a másik fele (7 eb) a másikkal (2-es szekvencia). A II. Epizód két fázisa szintén váltakozva került sorra.

### 2. ábra

**A két epizód és a 2 sorrend típus (szekvencia) fázisainak sorrendje**



### *Kiértékelés*

A videofelvételek másodpercről-másodpercre történő áttekintése és az RR regisztrátumokkal való összehangolása után olyan folyamatos RR szakaszokat választottunk ki, amelyek nem tartalmaztak hibás jeleket (lásd korábban) és az adott fázisra jellemző viselkedéshez voltak rendelhetőek. Fontos szempont volt az, hogy a kutya viselkedése az adott RR szakasz regisztrálása közben nem változott meg (pl. az "ül" fázisba tartozó szakaszban a kutya végig folyamatosan ült anélkül, hogy közben felállt vagy lefeküdt volna).

Az adatok áttekintése után mind a 14 egyed mindkét méréséből sikerült legalább 40 másodperces megfelelően reprezentatív szakaszt találnunk az egyes fázisokra. Amennyiben a



regisztrátum ennél (40 mp-nél) hosszabb vagy több megfelelő szakaszt is tartalmazott, minden esetben a szakasz első 40 mp-ét ill. az első hibátlan szakaszt használtuk fel. Az “ül+labda” fázisból 30 mp-s adatsorokat tudtunk felhasználni. Amennyiben a kutya az első labda-felmutatásnál elhagyta az ülő pozíciót (pl. felállt, felugrott), a második labda-felmutatásból származó 30 másodperces szakaszt használtuk fel. A “szeparáció” és a “szeparáció+simogatás” fázisokban a kutyák többsége álló testhelyzetben volt, azonban 2 egyed a fázis megkezdése után röviddel lefeküdt. Ezeknek az állatoknak az eredményeit a szeparációs hatás kiértékelésekor nem használtuk fel.

A kiértékelés során a következő összehasonlításokat végeztük:

1. A különböző testhelyzetek és a megnövekedett mozgási aktivitás (lassú séta) hatása a szívritmusra és a szívritmus-varianciára. A következő fázisok alatt mért 40 mp-s RR szakaszokat hasonlítottuk össze:

“fekszik”, “ül”, “áll”, “sétál”

2. A figyelmi állapot hatása a szívritmusra és a szívritmus-varianciára. Két olyan fázis volt, amelyben a kutyák ülő testhelyzetben voltak, mindkét fázisból 30 mp-s RR szakaszokat hasonlítottunk össze egymással (Ebben az esetben az “ül” fázis 40 mp-s szakaszából kivágtuk az első 30 mp-t, és azt használtuk fel az összehasonlításra. Ennek oka az volt, hogy a varianciákat – SDNN - azonos időintervallumok adatain akartuk összevetni). A két összehasonlítandó fázis a következő volt:

“ül” (9. kép), “ül+labda” (10. kép)

#### 9. kép

A kutya az “ül” fázisban



#### 10. kép

A kutya az “ül+labda” fázisban



3. A szeparáció és a simogatás hatása a szívritmusra és a szívritmus-varianciára. Miután a kutyák többsége a szeparáció alatt álló helyzetben volt, a szeparáció (II. Epizód) alatt mért szívritmus és szívritmus-variancia értékeket a gazdával (I. Epizód) álló testhelyzetben mért értékekhez hasonlítottuk. Az összevetésre kerülő 40 mp-s RR szakaszok a következő fázisokból kerültek ki:

“áll”, “szeparáció”, “szeparáció + simogatás”

Miután a szívritmus értékek és a szívritmus-variancia adatok is normális eloszlásúak voltak, a kiértékeléskor kétutas ismételt méréses ANOVA-t, egyutas ANOVA-t és Pearson féle korrelációs tesztet használtunk.

### *Eredmények*

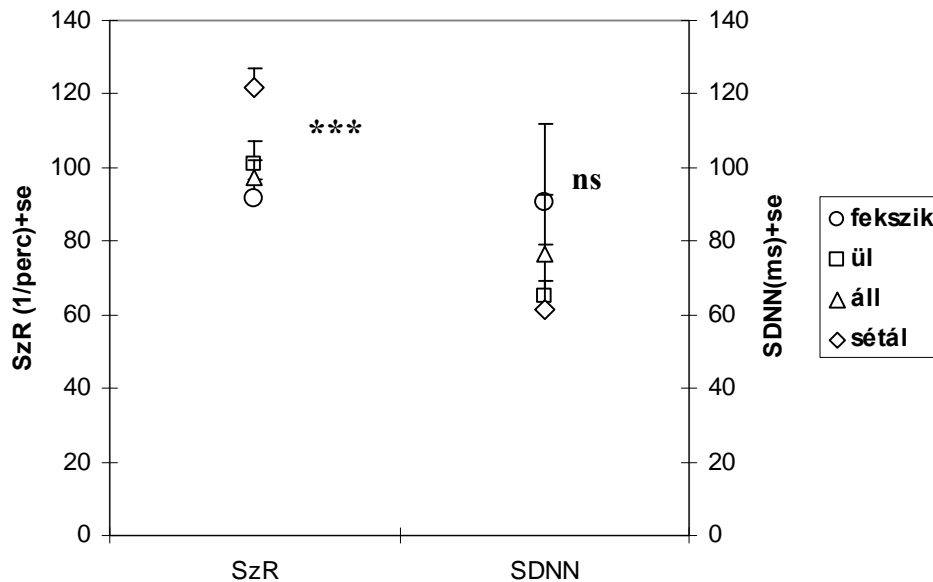
A kutyák átlagos szívritmusa (az összes egyed összes fázisban mért adatai alapján)  $100 \pm 18$ /perc értékű volt. Az egyedek minimális szívritmus értékei 46 - 105/perces értékhatárok közé estek (átl:  $80 \pm 16$ ) a maximális értékek pedig 103 – 170/percig (átl:  $133 \pm 21$ ) terjedtek.

#### 1. A testhelyzetek, mozgási aktivitás hatása a szívritmusra és szívritmus-varianciára. Az ismétlés és nem hatása.

A testhelyzetek (“fekszik”, “ül”, “áll”) és a lassú séta (“sétál”) hatását a szívritmusra kétutas ismételt méréses ANOVA-val hasonlítottuk össze, ahol az egyik út az ISMÉTLÉS (a 2 eltérő szekvencia hatása), a másik út pedig a FÁZIS (a különböző fázisok – testhelyzetek ill. séta hatása) volt. Az ISMÉTLÉS-nek nem volt hatása a szívritmusra ( $F_{(1,13)} = 2.74, p = 0.122$ ), míg a FÁZIS szignifikánsan befolyásolta azt ( $F_{(3,39)} = 39.43, p < 0.001$ ). A két faktor interakciója szintén szignifikáns volt ( $F_{(3,39)} = 2.96, p < 0.044$ ). A FÁZIS hatásának részletesebb vizsgálata céljából a két ismétlés során mért egyedi szívritmus értékeket kiátlagoltuk, és az átlagértékeket egyutas ismételt méréses ANOVA-val hasonlítottuk össze, majd az adatokon Student-Newman-Keuls (SNK) féle post hoc tesztet végeztünk. Amint az a 3. ábrán látható, a kutyák átlagos szívritmusa a “fekszik” fázisban volt a legalacsonyabb és a “sétál” fázisban volt a legmagasabb ( $F_{(3,13)} = 39.43, p < 0.001$ ; SNK post hoc teszt: “fekszik” vs “ül”  $p < 0.05$ ; “fekszik” vs “áll”  $p > 0.05$ ; “fekszik” vs “sétál”  $p < 0.001$ ; “sétál” vs “ül”  $p < 0.001$ ; “sétál” vs “áll”  $p < 0.001$ ; és “ül” vs “áll”  $p > 0.05$ ).

### 3. ábra

A kutyák átlagos szívritmusa (SzR) és szívritmus-varianciája (SDNN) a 3 különböző testhelyzetben és a séta közben (\*\* $p < 0.001$ ; ns  $p > 0.05$ ).



A kutyák nemének nem volt hatása a testhelyzetek ill. a séta közben mért szívritmus értékekre (kétutas ismételt méréses ANOVA, FÁZIS:  $F_{(3,36)} = 37.46$ ,  $p < 0.001$ ; NEM:  $F_{(1,12)} = 0.61$ ,  $p = 0.45$ ; INTERAKCIÓ:  $F_{(3,36)} = 0.57$ ,  $p = 0.466$ ).

Ami a szívritmus-variancia alakulását illeti, sem az ISMÉTLÉS ( $F_{(1,13)} = 2.17$ ,  $p = 0.164$ ) sem pedig a FÁZIS ( $F_{(3,39)} = 2.22$ ,  $p = 0.101$ ) nem befolyásolta a szívritmus-varianciát (2. ábra). A két faktor interakciója sem volt szignifikáns ( $F_{(3,39)} = 0.52$ ,  $p = 0.674$ ).

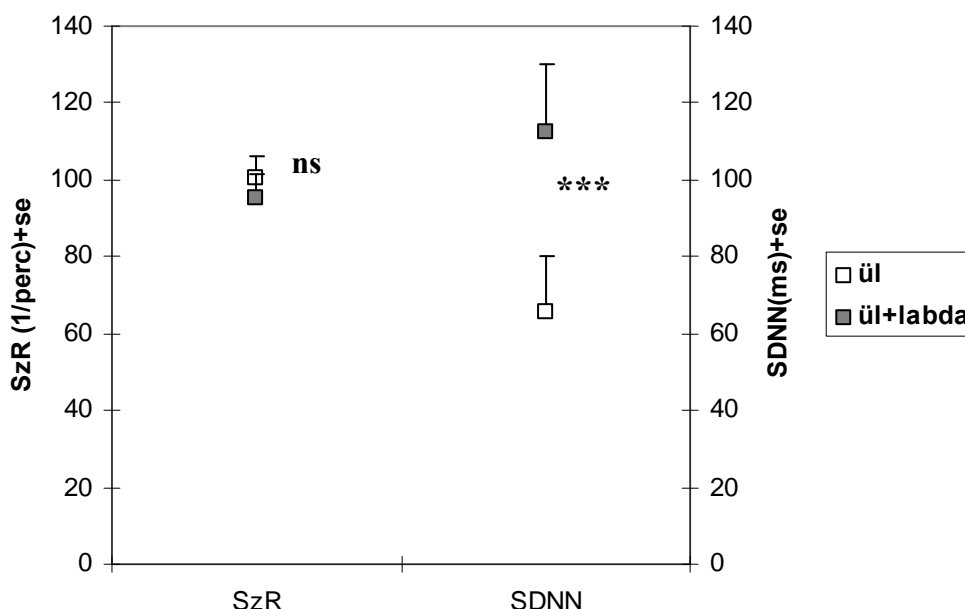
A nemnek szintén nem volt hatása a kutyák szívritmus-varianciájára (kétutas ismételt méréses ANOVA, FÁZIS:  $F_{(3,36)} = 2.13$ ,  $p = 0.113$ ; NEM:  $F_{(1,12)} = 0.46$ ,  $p = 0.512$ ; INTERAKCIÓ:  $F_{(3,36)} = 0.51$ ,  $p = 0.677$ ).

## 2. A figyelmi állapot hatása a szívritmusra és szívritmus-varianciára. Az ismétlés és a nem hatása. Egyedi eltérések.

A következő lépésben két olyan fázist hasonlítottunk össze, melyekben a kutyák ültek. Ezek közül az egyikben az alanyok az “ül” fázisban voltak, a másikban a gazdák felmutatták a kutyájuknak a kedvenc labdájukat és azok a fázis ideje alatt a labdára orientáltak (“ül+labda”). Az ISMÉTLÉS ez esetben sem befolyásolta a szívritmust ( $F_{(1,13)} = 2.94, p = 0.110$ ) és a FÁZIS-nak sem volt hatása ( $F_{(1,13)} = 0.98, p = 0.330$ ). A két faktor között nem volt interakció ( $F_{(1,13)} = 0.70, p = 0.410$ ). Az eredményeket a 4. ábra szemlélteti.

### **4. ábra**

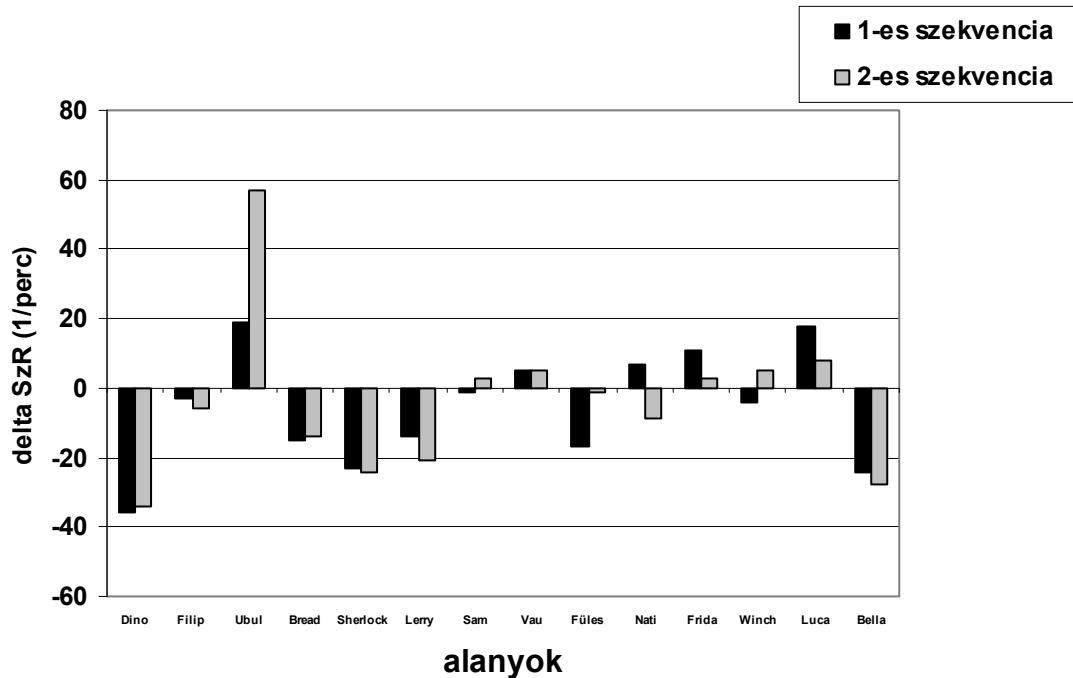
**A kutyák átlagos szívritmusa (SzR) és szívritmus-varianciája (SDNN) az “ül” és “ül+labda” fázisokban (\*\* $p < 0.001$ ; ns  $p > 0.05$ )**



Amikor azonban egyenként megvizsgáltuk a szívritmus különbségeket, jellemző egyedi eltéréseket tapasztaltunk a két fázis közötti különbségeket illetően (5. ábra). Az egyedi szívritmus változások az “ül+labda” fázisban az “ül” fázishoz képest az ismétlések között szignifikánsan korreláltak (Pearson féle korreláció:  $r = 0.81, p < 0.001$ ).

## 5. ábra

Az egyedi szívritmus változások és “ül+labda” fázisban az “ül” fázishoz képest a 2 mérés során.



A nemnek nem volt hatása az orientációval kapcsolatos szívritmus értékekre (kétutas ismételt mérések ANOVA, FÁZIS:  $F_{(1,12)} = 0.95$ ,  $p = 0.350$ ; NEM:  $F_{(1,12)} = 0.24$ ,  $p = 0.632$ ; INTERAKCIÓ:  $F_{(1,12)} = 0.46$ ,  $p = 0.509$ ).

Érdekes módon azonban a szívritmus-variancia jelentős eltérését tapasztaltuk a 2 vizsgált fázis között (4. ábra). Habár az ismétlés ez esetben sem befolyásolta az eredményeket ( $F_{(1,13)} = 1.34$ ,  $p = 0.268$ ), a kutyák szívritmus-varianciája lényegesen megemelkedett, amikor a labdára orientáltak (FÁZIS:  $F_{(1,13)} = 34.21$ ,  $p < 0.001$ ). Az egyedi értékek tekintetében ez azt jelentette, hogy minden egyed mindkét ismétlésében (tehát az összesen 2 x 14 esetben) a szívritmus-variancia növekedése volt tapasztalható. A két faktor között nem volt interakció ( $F_{(1,13)} = 0.04$ ,  $p = 0.844$ ).

A nem ismételt nem befolyásolta a varianciát (kétutas ismételt mérések ANOVA, FÁZIS:  $F_{(1,12)} = 21.83$ ,  $p < 0.001$ ; NEM:  $F_{(1,12)} = 0.27$ ,  $p = 0.613$ ; INTERAKCIÓ:  $F_{(1,12)} = 0.12$ ,  $p = 0.733$ ).

### 3. A szeparáció és a simogatás hatása a szívritmusra és szívritmus-varianciára. Az ismétlés és a nem hatása.

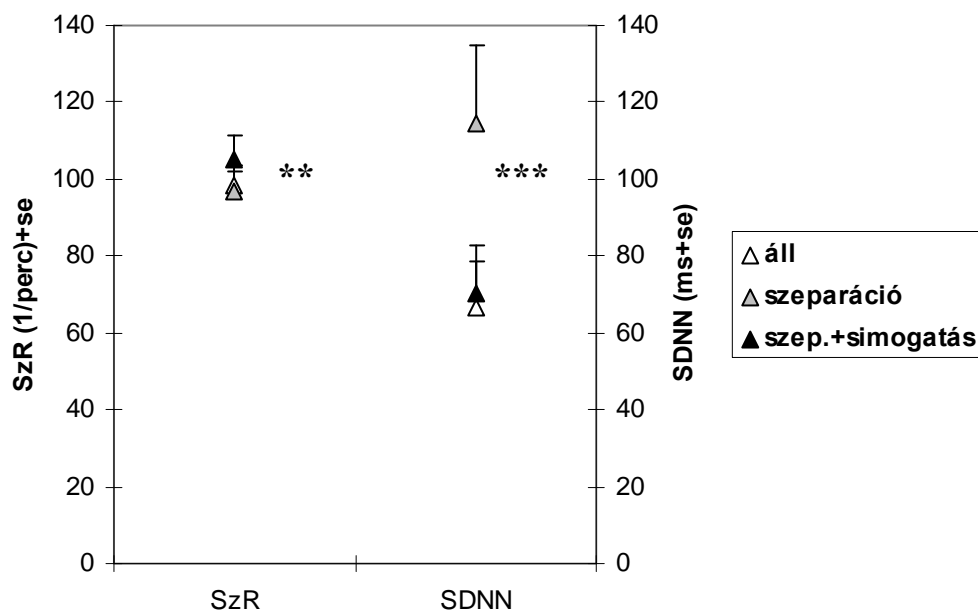
A szeparáció alatt a kutyák az ajtónál álltak, túlnyomórészt a kijárat felé orientálva. Időnként néhány lépést tettek a kísérletvezető körül, vagy vokalizáltak (nyüszítettek) és a simogatás alatt néhány egyed rövid ideig csóválta a farkát. A kiválasztott 40 másodperces szakaszokban a kutyák álltak, a vokalizációt és csóválást tartalmazó részeket lehetőség szerint kihagytuk az elemzésből. A szeparáció hatásának kimutatására három olyan fázis adott szakaszait értékeltük, amelyekben az alanyok álltak. Ezek közül az egyikben a kutya és a gazda együtt voltak ("áll"), kettőnél viszont a gazda nem volt jelen, a kísérletvezető tartózkodott az állat mellett. E két utóbbi abban különbözött, hogy a kísérletvezető vagy simogatta a kutyát ("szeparáció + simogatás") vagy nyugodtan állt mellette ("szeparáció"). Az ISMÉTLÉS nem befolyásolta a kapott szívritmus értékeket ( $F_{(1,12)} = 3.90$ ,  $p = 0.074$ ), viszont a FÁZIS hatása szignifikánsnak bizonyult ( $F_{(2,22)} = 6.48$ ,  $p < 0.01$ ). A két faktor között nem volt interakció ( $F_{(2,22)} = 1.94$ ,  $p = 0.167$ ). Az összevont átlagok összehasonlításából kiderült, hogy a kutyák szívritmusa a "szeparáció + simogatás" fázisban szignifikánsan magasabb volt, mint a másik két fázisban (egyutas ismételt mérés ANOVA:  $F_{(2,11)} = 6.48$ ,  $p < 0.01$ , SNK post hoc teszt: "áll" vs "szeparáció"  $p > 0.05$ ; "áll" vs "szeparáció + simogatás"  $p < 0.05$ ; "szeparáció" vs "szeparáció + simogatás"  $p < 0.01$ ).

A nemnek ismételtelen nem volt kimutatható hatása e három fázisban a szívritmus értékeire (kétutas ismételt mérés ANOVA, FÁZIS:  $F_{(2,20)} = 6.20$ ,  $p < 0.01$ ; NEM:  $F_{(1,10)} = 0.21$ ,  $p = 0.661$ ; INTERAKCIÓ:  $F_{(2,20)} = 0.52$ ,  $p = 0.601$ ).

A szívritmus mellett a szívritmus-variancia is eltért a különböző fázisok között, az ismétlésnek azonban ismét nem volt szignifikáns hatása, bár ez esetben egy gyenge tendenciát tapasztaltunk (FÁZIS:  $F_{(2,22)} = 15.58$ ,  $p < 0.001$ ; ISMÉTLÉS:  $F_{(1,11)} = 4.43$ ,  $p = 0.059$ ; INTERAKCIÓ:  $F_{(2,22)} = 0.35$ ,  $p = 0.710$ ). Az összevont adatok összehasonlítása azt mutatta, hogy a "szeparáció" fázisban a kutyák szívritmus-varianciája szignifikánsan magasabb volt, mint a másik két fázisban (6. ábra) (egyutas ismételt mérés ANOVA:  $F_{(2,11)} = 15.58$ ,  $p < 0.001$ , SNK post hoc teszt: "áll" vs "szeparáció"  $p < 0.001$ ; "áll" vs "szeparáció + simogatás"  $p > 0.05$ ; "szeparáció" vs "szeparáció + simogatás"  $p < 0.001$ ).

## 6. ábra

A szeparáció és a simogatás hatása a kutyák szívritmusára és szívritmus-varianciájára (\*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ ).



A nem hatását nem tudtuk kimutatni (kétutas ismételt mérése ANOVA, FÁZIS:  $F_{(2,20)} = 15.24, p < 0.001$ ; NEM:  $F_{(1,10)} = 0.16, p = 0.702$ ; INTERAKCIÓ:  $F_{(2,20)} = 0.77, p = 0.479$ ).

#### 4. A szívritmus és szívritmus-variancia egyedi stabilitása

Az egyedi mérési eredmények nagyfokú stabilitását tapasztaltuk a különböző fázisok között. A szívritmusok egy eset kivételével szignifikánsan pozitívan korreláltak a különböző helyzetekben (1. táblázat). A szívritmus-variancia – SDNN – értékek is az esetek túlnyomó részében pozitív korrelációt mutattak (2. táblázat).

##### 1. táblázat

**A különböző fázisokban mért egyedi szívritmus értékek korrelációja. A táblázatban a Pearson féle korrelációs koefficiens (r) értékeit tüntettük fel (\*\*\*  $p < 0.001$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*  $p < 0.05$ ; ns  $p > 0.05$ )**

	fekszik	ül	áll	sétál	ül (30 mp)	ül+labda	szeparáció
ül	0.92***						
áll	0.96***	0.94***					
sétál	0.67**	0.71**	0.81***				
ül (30 mp)	0.92***	0.99***	0.93***	0.69**			
ül+labda	0.60*	0.69**	0.60*	0.28 ns	0.67**		
szeparáció	0.90***	0.92***	0.88***	0.58*	0.92***	0.84***	
szep+simogatás	0.90***	0.93***	0.97***	0.84***	0.92***	0.63*	0.85***

##### 2. táblázat

**A különböző fázisokban mért egyedi szívritmus-variancia értékek korrelációja. A táblázatban a korrelációs koefficiens (r) értékeit tüntettük fel (\*\*\*  $p < 0.001$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*  $p < 0.05$ ; ns  $p > 0.05$ )**

	fekszik	ül	áll	sétál	ül (30 mp)	ül+labda	szeparáció
ül	0.92***						
áll	0.89***	0.95***					
sétál	0.34 ns	0.53 ns	0.57*				
ül (30 mp)	0.94***	0.96***	0.96***	0.49 ns			
ül+labda	0.89***	0.84***	0.78***	0.36 ns	0.83***		
szeparáció	0.74**	0.90***	0.85***	0.45 ns	0.83***	0.81***	
szep+simogatás	0.70**	0.96***	0.87***	0.66*	0.86***	0.78**	0.92***



## *Értékelés*

A szívritmus és a szívritmus-variancia értékek nagymértékű egyedi eltéréseit tapasztaltuk a vizsgálatban, ami egybevág a szakirodalmi adatokkal (pl. Kostarczyk és Fonberg, 1982a; Olsen és mtsi., 1999). Ugyanakkor egyedi szinten mindkét paraméter igen stabilnak bizonyult, az egyes fázisokban mért értékek majdnem minden esetben korreláltak egymással. Visser és munkatársai (2002) fiatal lovaknál hasonló jelenséget tapasztaltak, az egyedi értékek (SzR és SDNN) egy többször ismételt tesztben még egy év távlatában is jellemző egyedi állandóságot mutattak.

A nemek között egyik paraméter tekintetében sem volt eltérés. Ez részben megegyezik Olsen és munkatársai (1999) megfigyeléseivel, ahol az egy fajta tartozó (tacsó) szukák és kanok átlagos szívritmusa szintén nem különbözött. Ők azonban az SDNN értékét a rövidebb távú (6 perces) éjszakai - így feltehetően nyugalmi - időszakban a kanoknál magasabbnak találták a szukákhoz képest, de sem a nappali, sem a hosszabb távú (1 órás) éjszaka rögzített adatsoroknál nem jelentkezett hasonló különbség.

A mozgási aktivitás és a testhelyzetek szignifikáns hatással voltak az alanyok szívritmusára. Fekvés közben mértük a legalacsonyabb értékeket, lassú séta alatt viszont szignifikánsan emelkedést tapasztaltunk. A fokozott fizikai aktivitás szívritmus fokozó hatását más kísérletek is igazolták a kutyáknál (Palestrini és mtsi., 2005; Fallani és mtsi., 2007; Hampson és McGowan, 2007), ami a szervezet megnövekedett energia igényével magyarázható (Obrist, 1981). Az egyes testhelyzetek tekintetében nem találtunk különbséget a fekvés és az állás illetve az ülés és az állás között. Ennek egyik lehetséges oka az idő rövidege lehet, egy lényegesen hosszabb pl. 10 perces időszakaszánál már elképzelhető, hogy a különböző testhelyzetek alatti szívritmusok már eltértek volna. Azonban az előzetes megfigyeléseink azt mutatták, hogy a több percen át tartó folyamatos, mozdulatlan állás vagy ülés a kutyák többsége számára relatíve nehéz feladatnak bizonyult, 1-2 percen túl már szinte biztosan testhelyzetet váltottak. A testhelyzetek közötti hasonlóságot a szívritmus tekintetében egy általános, enyhe izgalmi állapot is előidézhette (idegen helyszín, a műszer viselése), miután a mentális stressz során fellépő szimpatikus aktiváció szívritmus emelkedést okoz (Rietmann és mtsi., 2004).

A szívritmus-variancia nem tükrözte a szívritmusban tapasztalt eltéréseket, bár értéke a séta közben volt a legalacsonyabb és a fekvés közben a legmagasabb. Azt, hogy nem találtunk statisztikailag igazolható különbségeket az egyes testhelyzetekre jellemző SDNN értékekben, a nagy egyedi eltérések (magas szórásértékek) okozhatták.

A labdára történő orientációt jellemző egyedi szívritmus változások kísérték, melyek mértéke és iránya is hasonló volt a két ismétlés során. A kutyák egy részének ekkor lecsökkent, másoknak megemelkedett a szívritmusa ahhoz a fázishoz képest, amikor az egyedek szintén ültek, de nem orientáltak a labdára. Az eltérő irányú változásokat eltérő háttér mechanizmusok okozhatták. Egyes kutyák a labda látványára az elkövetkező játékra készülhettek fel, ami az akció előtti szívritmus emelkedéshez vezethetett (Van Citters és Franklin, 1969; Wascher és mtsi., 2008a), mások a labda megszerzésével kapcsolatos feladatot jelző utasítást várhatták, ami az orientációra jellemző szívritmus csökkenést okozhatott (Graham és Clifton, 1966).

Akár emelkedett, akár csökkent az egyedek szívritmusa, a szívritmus-variancia kivétel nélkül minden esetben megnőtt a labdára nézés során. Ez a vegetatív hatások általános erősödését jelzi a “figyelmi” állapot fokozódásával. Azt, hogy ez a szimpatikus vagy a paraszimpatikus rendszert érinti-e az SDNN értékelésével nem eldönthető. Feltételezéseink szerint a labdára “figyelő” kutyák légzésének módja változhatott meg (esetleg szabályosabbá vált), ami a szívritmus-varianciára is hatással lehetett (Tripathi, 2004).

A II. Epizódban, a kutyák gazdája távozott a kísérleti helyiségből. Ekkor a kutyák szívritmusa az összehasonlítási alapul szolgáló “áll” fázishoz képest annak függvényében változott meg, hogy a kísérletvezető simogatta-e az állatot vagy sem. Szignifikáns szívritmus emelkedés csak akkor volt tapasztalható, amikor a kutyákat simogatták, viszont amikor nem létesítettek velük fizikai kontaktust, a szívritmusuk nem különbözött lényegesen az “áll” fázishoz hasonlítva. Ugyanakkor a korábbi kísérletekben a gazdától történő szeparáció hatására kialakuló szimpatikus izgalmat és az ezzel járó szívritmus emelkedését tapasztalták kutyáknál (Palestrini és mtsi., 2005; Fallani és mtsi., 2007), habár ezekben a kísérletekben a kutyák mozgását nem korlátozták, így nem lehet kizárni a fizikai aktivitás hatását sem. Fallaniék már felvetették annak lehetőségét, hogy mivel a teljes szeparációban a kutyák az idő több, mint 50%-ában az ajtóban álltak és kifelé orientáltak, a szeparációs stressz hatását az orientációs reakció szívritmus csökkentő hatása is befolyásolhatta. Úgy gondoljuk, hogy esetünkben is ez történhetett, amit a megnövekedett szívritmus-variancia jelzett (hasonlóan a labdára történő orientációhoz). A simogatás közben a kutyák kifelé irányuló figyelme lecsökkenhetett. A szívritmus növekedése ebben a fázisban (“szeparáció + simogatás”) két tényezővel is magyarázható. Egyrészt elképzelhető, hogy a figyelem csökkenésével a szeparációs stressz szívritmus növelő hatása jobban érvényesült, másrészt az sem kizárható, hogy a simogatás a kutyák (vagy legalábbis egy részük) számára averzív élményt jelentett. A félelemre szelektált pointerek esetében az emberi fizikai kontaktus (simogatás) szívritmus

emelkedéshez vezetett, míg a normál pointereknél a simogatás szívritmus csökkentő, tehát feltehetőleg nyugtató hatású volt (Newton és Lucas, 1982). Egy averzív stimulus közben az emberi jelenlét és simogatás élettani stressz csökkentő hatását a kutyákra többen is igazolták (Lynch és McCarthy, 1967; Hennessy és mtsi., 1998). Ugyanakkor bizonyos helyzetekben az ember jelenléte (különösen a fizikai kontaktus) inkább fokozza a stresszt, semmint csökkenti. Mivel a kísérletvezető ugyanaz a személy volt, aki leborotválta az állatokat, az is elképzelhető, hogy ennek az 1 órán belüli - esetlegesen averzív – élménynek a negatív hatását tapasztaltuk. Az emberi jelenlét gyakran csak akkor megnyugtató az állatok számára, hogyha az adott személlyel kapcsolatban már voltak korábban is pozitív élményeik (Waiblinger és mtsi., 2004). Jelen kísérletünkben a simogatás a szeparációban kevésbé hathatott nyugtatóan a kutyákra, mint a menhelyi vagy kísérleti kutyák esetén, amelyeknél az ismerős személy gyakorlatilag a gazdát helyettesítheti (Gácsi és mtsi., 2001).

### **3.2 A szeparáció ill. a fenyegető közelítés hatása a kutyák szívritmusára és szívritmus-varianciájára. A “secure base” hatás.**

A kutya gazdája iránti kötődésének vizsgálatára a szakirodalomban általánosan elfogadott vizsgálati módszer, az Ainsworth féle Idegen Helyzet Teszt (IHT) kutyákra adaptált változata (Topál és mtsi., 1998). A kutya IHT alapvetően 7 db, egyenként 2 perces epizódból áll, és a kutya számára idegen helyszínen zajlik. Az egyes epizódok során a kutya vagy egyedül, vagy a gazdájával, vagy egy idegennel vagy egyszerre mindkettővel együtt tartózkodik a helyiségben. A kutyák egyes epizódok során mutatott viselkedési reakcióinak (pl. “ajtóban állás”, ember követése, fizikai kontaktus, játék) elemzésével a gazda felismerését és preferenciáját, a szeparációkor fellépő stresszt ill. a gazda biztonságot nyújtó hatását (secure base) tudták kimutatni (Topál és mtsi., 1998; Gácsi és mtsi., 2001, 2005; Prato Previde és mtsi., 2003).

A viselkedési változások mellé élettani paramétert – szívritmust – is rendelő azonos protokoll szerint zajló kísérletekben az epizódok alatt a kutyák szabadon mozoghattak, a szeparáció hatására fellépő szívritmus változásra, így csak közvetve lehetett következtetni (Palestrini és mtsi., 2005; Fallani és mtsi., 2007). Mindkét kísérletben úgy találták, hogy a szeparációs stressz szívritmus emelkedéshez vezet, amire a szívritmus relatív, az első epizódhoz képest tapasztalható változása (növekedése) jelzett.

Kísérletünkben a Topálék által alkalmazott teszt egy egyszerűsített formáját alkalmaztuk, abból a célból, hogy minimalizáljuk az egyedek mozgásából adódó szívritmus ingadozásokat. Ezt a változtatást a 3.1.-es vizsgálat eredményeire alapoztuk, nevezetesen arra, hogy egy lassabb helyváltoztató mozgás is szignifikáns szívritmus emelkedést okoz. A mozgás kontrollálhatósága céljából a kutyákat egy hosszabb pórázon rögzítettük. További változtatás volt, hogy a gazda nem játszott a kutyájával, ill. hogy a “barátságos” idegen helyett egy “fenyegető” idegen lépett interakcióba a kutyával. Ezzel azt szerettük volna elérni, hogy az eredeti koncepcióhoz hasonlóbbá váljon a helyzet (Bowlbyék eredeti koncepciója szerint egy idegen fajtárs megjelenése a szülő hiányában potenciális veszélyforrást jelenthet a fiatal egyed számára. Bowlby, 1969). A fenyegető közelítés módszerét Vas és munkatársai (2005, 2008) alapján alkalmaztuk. Vasék igazolták, hogy az emberi fenyegető közelítés aktív/passzív elkerülést vagy fenyegető viselkedést vált ki a kutyák egy részénél, ami feltételezhetően a félelemből adódó stresszt jelzi. Kíváncsiak voltunk arra, hogy a fenyegető idegen jelenlétében kimutatható-e a félelmi stresszel együtt járó szívritmus változás, és hogyan befolyásolja ezt a szeparáció ill. a gazda jelenléte.

## *Alanyok*

A kísérletben 30 kutya (20 kan és 10 szuka) vett részt. Ezek mind családban élő, közepes termetű egyedek voltak, és a következő fajtákból kerültek ki: 5 magyar vizsla, 3 labrador retriever, 2 airedale terrier, 2 border collie, 4 belga juhászkutya (2 groenendael, 2 tervueren), 1 argentin dog, 1 hovawart, 1 kelpie, 1 mudi, 1 rhodéziai ridgeback és 9 keverék kutya. A kutyák életkora 1 és 11,5 év közé esett ( $56 \pm 40$  hónap).

## *Protokoll*

A teszt megkezdése előtt legalább 30 perccel, a helyszínre érkező kutyákat egy távolabbi helyiségben a már ismertetett módon megborotváltuk, és felszereltük rájuk a mérőműszert tartalmazó hámot. Ezek után a kísérleti szobába mehettek a gazdáikkal együtt, ahol egy rövid (kb. 10-15 perces) időszak után - ami alatt körbejárhattak a szobában – kezdődött el a kísérlet.

A kísérletben a kutyán kívül a gazda és egy idegen személy (“fenyegető” idegen) vett részt. A kísérleti szobában egy széket helyeztünk el, ahol a gazda leült, amikor a helyiségben volt. A kutyát a szék mellett egy hosszabb pórázzal kikötöttük, hogy a mérés ideje alatt csökkentsük a mozgási szabadságát. Továbbá megkértük a gazdákat arra, hogy ne engedjék meg a kutyájuknak, hogy az oldalukra feküdjenek, vagy fekvéskor letegyék a fejüket a földre (hasonlóan a 3.1. kísérlet “fekszik” fázisához).

A kísérleti protokollt a teszt megkezdése előtt a gazdával közöltük és a továbbiakban a szomszédos, átlátszatlan ablaküveggel felszerelt szobából kopogással jeleztük neki, hogy mikor kell elhagynia a helyiséget. Az epizódok aszimmetrikus elrendeződéséből adódó esetleges sorrendhatás kiküszöbölésére két eltérő sorozatunk volt melyekben, különböző sorrendben következtek egymás után az epizódok. Az “A” sorozatban a fenyegetés először a gazda jelenlétében történt, a “B” sorozatban pedig az első fenyegetéskor a kutyák egyedül voltak a helyiségben. Minden kutya csak egy sorozatban vett részt. A sorrend kiegyenlítése céljából az ivarok, korok és fajták megoszlása a két sorozatban hasonló volt.

### *“A” sorozat*

#### 1. epizód: Kutya - Gazda 1 (1 perc)

A gazda és a kutya a szobában tartózkodik. A kutya a széken ülő gazda mellett van kikötve. A gazda beszélhet a kutyához, megsimogathatja.

#### 2. epizód Kutya – Gazda, Fenyegető Idegen (1-1.5 perc)

Az idegen belép a helyiségbe, folyamatosan a kutya szemébe nézve, lassan közeledik az állathoz. Amennyiben a kutya mozog, vagy ugat, az idegen átmenetileg felfüggeszti a szemkontaktust és a közeledést és csak akkor folytatja, amikor a kutya ismét csendes és egyhelyben marad.

3. epizód Kutya - Gazda 2 (1 perc)

Azonos az 1. epizóddal.

4. epizód: Szeparáció 1 (3 perc)

A gazda elhagyja a helyiséget és a kutya egyedül marad.

5. epizód Szeparáció, Fenygető Idegen (1-1,5 perc)

A kutya egyedül van a helyiségben. A továbbiakban ugyanaz, mint a 2. epizód.

6. epizód Szeparáció 2 (3 perc)

A fenygető idegen elhagyja a helyiséget, a kutya egyedül marad. Az epizód végén a gazda visszatér a kutyához. A másik sorozat ugyanezen epizódokat tartalmazta, csak más elrendezésben

“B” sorozat

A gazda a kutyával a szobában tartózkodik.

1. epizód: Szeparáció 1 (3 perc)

2. epizód Szeparáció, Fenygető Idegen (1-1,5 perc)

3. epizód Szeparáció 2 (3 perc)

4. epizód Kutya - Gazda 2 (1 perc)

Az epizód kezdete előtt a gazda visszatér a kutyához, üdvözlí, majd leül a székre. Az epizód akkor indul, amikor a kutya elhelyezkedett a gazda mellett.

5. epizód Kutya – Gazda, Fenygető Idegen (1-1.5 perc)

6. epizód Kutya - Gazda 2 (1 perc)

Mindkét sorozatot azzal fejeztük be, hogy az idegen is bement a helyiségbe és megsimogatta a kutyát. Ezt azért tartottuk fontosnak, hogy feloldjuk az állatokban a fenyegetés okozta feszültséget. A szeparációs epizódok a többi epizódnál lényegesen hosszabb (3 perces) időtartamát az indokolta, hogy a 3.1 – es kísérlet ill. a 3.2 – es kísérlet előkísérletei alapján azt tapasztaltuk, hogy a kutyák szeparációs stressz válasza 1-2 perces időtartamokkal nem (vagy legalábbis a szívritmusban mérhető módon nem) váltható ki, így az időtartam növelésével próbáltuk ezt elérni.

14 kutya (9 kan + 5 szuka; átlag: 57 hónapos) az “A” sorozatban vett részt, 16 kutya (11 kan + 5 szuka; átlag: 55 hónapos) pedig a “B” sorozatban.

## Kiértékelés

### A viselkedés kiértékelése

A videofelvételek másodpercről-másodpercre történő áttekintése a Theme-Coder program segítségével történt (Magnusson, 1996). A Theme Coder nyers adatai ezután egy Excel táblázatba kerültek és olyan hosszabb szakaszok lettek kiválasztva az adatsorokon, melyek alatt a kutya nem mozgott és nem váltott testhelyzetet.

Vas és munkatársai (2005) a fenyegető közelítésre mutatott viselkedés alapján a kutyákat különböző kategóriákba sorolták. Ezek közül két kategóriába (“aktív elkerülő” és “fenyegető”) olyan alanyok kerültek, melyek a fenyegető idegen közeledésére jellemző vokalizációt is mutattak (ugattak és/vagy morogtak). Ennek alapján a vokalizációk előfordulását mi is figyelembe vettük. Amennyiben a kutya vokalizált (ez elsősorban a fenyegetés és a szeparáció során fordult elő) az Excel táblázatban külön megjegyzésre került. A kiértékeléskor a kutyákat vokalizáló (fenyegetés során morgott, ugatott; szeparáció során nyüszített, ugatott) és nem-vokalizáló csoportokba soroltuk. Külön-külön megállapítottuk, hogy mely kutyák vokalizáltak a *szeparáció* során (a 2 szeparáció közül legalább az egyikben) és melyek vokalizáltak a *fenyegetés* során (a két fenyegetést tartalmazó epizód közül legalább az egyikben).

### A szívritmus és az RR szórás (SDNN) kiértékelése

Az adatsorok áttekintése után minden egyedtől minden epizódra 15 másodperces, mozgásmentes szakaszokat határoztunk meg, majd ezeket összehangoltuk az RR regisztrátum megfelelő adatsoraival. Természetesen ez esetben is törekedtünk arra, hogy az RR szakaszok ne tartalmazzanak hibás jeleket (lásd korábban), ezért a kiválasztás előtt a megfelelő RR szakaszokat ábrázoló grafikonon ellenőriztük, hogy ne legyenek benne kiugró értékek, ami a jelvezetés átmeneti hibáját jelezte. Az esetek többségében 15 másodpercnél hosszabb megfelelő szakaszt sikerült találni, ilyenkor az értékeléshez használt adatsort a szakasz középső részéből választottuk ki. A kiválasztott RR szakasznak ezek után kiszámoltuk az átlagát és a szórását (SDNN). Az egyedi RR átlagokat pedig szívritmus értékekre számoltuk át a korábban említett módon.

A kiértékelés során a következő tényezők hatását kerestük a szívritmusra és szívritmus-varianciára:

1. Az epizódok sorrendjének hatása (SORREND faktor) – “A” sorozat vs “B” sorozat
2. A gazda jelenlétének hatása (GAZDA faktor) – gazda jelen van vs gazda nincs jelen (szeparáció)
3. A fenyegetés hatása (FENYEGET faktor) – fenyegetés előtt vs fenyegetés alatt vs fenyegetés után
4. A reaktivitás hatása – vokalizáló vs nem-vokalizáló kutyák

A különböző helyzetekben (fenyegetés alatt és/vagy a szeparáció közben) vokalizáló kutyák eredményeit külön is összehasonlítottuk a nem-vokalizáló egyedekével (lásd később).

Miután a szívritmus értékek és az RR szórás adatok is normális eloszlásúak voltak, a kiértékeléskor többutas ismételt méréses ANOVA-t, egyutas ANOVA-t és Bonferroni post hoc tesztet használtunk.

### *Eredmények*

A kutyák az egyes epizódok alatt álltak, ültek, vagy feküdtek. A 3 testhelyzet eloszlása a 6 különböző epizódban egyenletes volt ( $\chi^2$  teszt,  $\chi^2_{(10)} = 15.52$ ;  $p > 0.05$ ), így a továbbiakban a különböző testhelyzetekben mért szívritmus értékeket nem elemeztük külön. A statisztikai számítások eredményeit a jobb áttekinthetőség kedvéért táblázatos formában mutatjuk be.

#### 1. A szívritmus válaszok alakulása

Az epizódok sorrendjének, a gazda jelenlétének és a fenyegetésnek a hatását először egy többutas ismételt méréses ANOVA-val elemeztük. Az eredmények azt mutatták, hogy sem az epizódok sorrendjének sem a gazda jelenlétének nem volt hatása a kutyák szívritmusára. Azaz az, hogy egy kutya az “A” sorozatban vagy a “B” sorozatban szerepelt-e, nem befolyásolta a szívritmus válaszát. A szívritmus szintén nem változott jelentősen akkor, amikor a gazda távozott a szobából. Viszont a fenyegetés hatása szignifikánsnak bizonyult. A fenyegetés közben a kutyák szívritmusa szignifikánsan megemelkedett a többi epizódhoz képest. A gazda és a fenyegetés interakciója szignifikánsnak bizonyult. Eszerint a szívritmus változása a fenyegetés alatt attól függött, hogy a gazda jelen volt-e a fenyegetés közben vagy sem (3. táblázat)



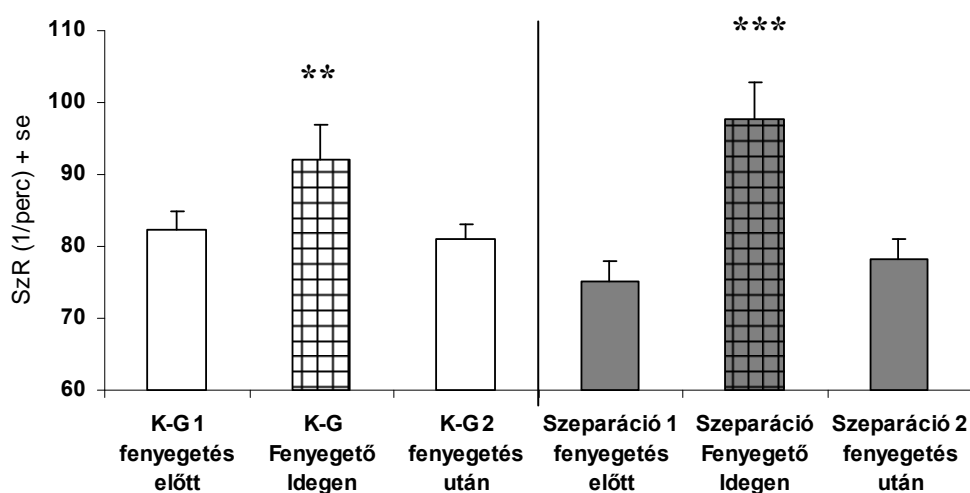
3. táblázat

Faktor	df	F	p
SORREND	1,28	0.83	0.369
GAZDA	1,28	0.39	0.538
<b>FENYEGET</b>	<b>2,56</b>	<b>14.30</b>	<b>&lt; 0.001</b>
GAZDA x SORREND	1,28	0.90	0.350
FENYEGET x SORREND	2,56	0.03	0.975
<b>GAZDA x FENYEGET</b>	<b>2,56</b>	<b>5.75</b>	<b>&lt; 0.01</b>
GAZDA x FENYEGET x SORREND	2,56	2.73	0.074

A fenti eredmények alapján finomabb elemzésre is szükség volt. Miután a sorrendnek nem volt hatása az eredményekre, az azonos epizódok alatt kapott szívritmus értékeket összevontuk az összes alanyra. Összehasonlítottuk, hogy a gazda jelenlétében és a szeparáció során hogyan befolyásolta a fenyegetés a kutyák szívritmusát. Az így kapott adatsorokon két egyutas ismételt méréses ANOVA-t végeztünk. Azt tapasztaltuk, hogy az alanyok szívritmusa a gazdájuk jelenlétében is ( $F_{(2,58)} = 5.24, p < 0.01$ ) és a szeparációban is ( $F_{(2,58)} = 17.55, p < 0.001$ ) szignifikánsan megnőtt a fenyegetés hatására (7. ábra).

## 7. ábra

A kutyák szívritmusa a különböző epizódok alatt az összevont adatok alapján. (K-G: kutya-gazda együtt; Szeparáció: a kutya egyedül van; \*\*\*  $p < 0.001$ ; \*\*  $p < 0.01$ )



## 2. A szívritmus-variancia alakulása

A fenti elemzést elvégeztük az RR szórások (SDNN) változásaira is. Első lépésben az összes alanyra megvizsgáltuk az SDNN változásait a sorrend, a gazda jelenlétének és a fenyegetésnek a függvényében. A többutas ismételt mérések ANOVA alapján a sorrend hatása a szívritmus-varianciára nem volt szignifikáns. Azonban mind a gazda -, mind pedig a fenyegető idegen jelenlétének a hatását jelentősnek találtuk. A gazda és a fenyegetés hatása interakcióban álltak egymással, azonban a többi faktor esetében nem volt interakció (4. táblázat). A fentiek értelmében elmondható, hogy a kutyák szívritmus-varianciáját a sorrendtől függetlenül két tényező, a gazda jelenléte és a fenyegetés is nagymértékben befolyásolta. A gazda hiánya (szeperáció) megnövelte a szívritmus-varianciát, a fenyegetés hatása pedig lecsökkentette. A két hatás egymással összefüggött.

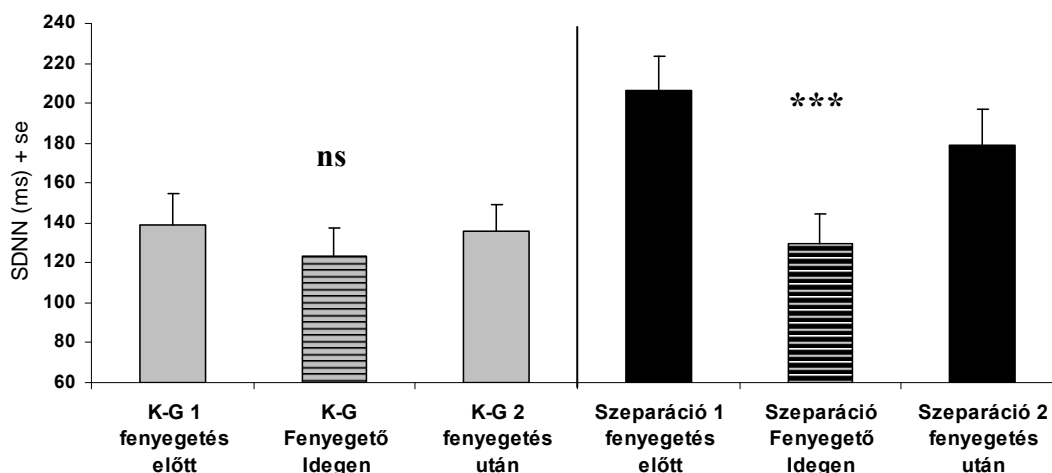
**4. táblázat**

Faktor	df	F	p
SORREND	1,28	0.17	0.682
<b>GAZDA</b>	<b>1,28</b>	<b>11.47</b>	<b>&lt; 0.01</b>
<b>FENYEGET</b>	<b>2,56</b>	<b>8.30</b>	<b>&lt; 0.001</b>
GAZDA x SORREND	1,28	1.23	0.277
FENYEGET x SORREND	2,56	0.21	0.811
<b>GAZDA x FENYEGET</b>	<b>2,56</b>	<b>4.13</b>	<b>&lt; 0.05</b>
GAZDA x FENYEGET x SORREND	2,56	0.75	0.477

Ezek után arra voltunk kíváncsiak, hogy külön a gazda jelenlétében és külön a szeperációban hogyan befolyásolta a fenyegetés a kutyák szívritmus-varianciáját. Miután a sorrendnek nem volt hatása az eredményekre, az azonos epizódok alatt kapott szívritmus-variancia értékeket ismételtlen összevontuk. Az így kapott adatsorokon két egyutas ismételt mérések ANOVA-t végeztünk. A gazda jelenlétében a szívritmus-variancia nem változott meg ( $F_{(2,58)} = 0.68$ ,  $p = 0.509$ ) de a szeperációban zajló fenyegetés hatására szignifikánsan lecsökkent az értéke ( $F_{(2,58)} = 11.22$ ,  $p < 0.001$ ; 8. ábra).

## 8. ábra

A szívritmus-variancia változásai a két sorozat összevont adatai alapján (K-G: kutya-gazda együtt; Szeparáció: a kutya egyedül van; \*\*\*  $p < 0.001$ ; ns  $p > 0.05$ )



### 3. A vokalizáló és nem-vokalizáló kutyák összehasonlítása

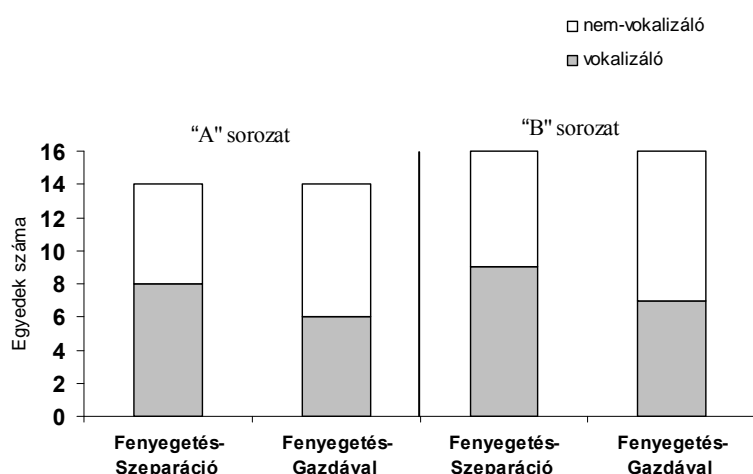
Ahogy korábban is említettük, a kutyák jellemző módon két helyzetben mutathattak vokalizációs viselkedést. A 30 egyedből 11 a fenyegetés közben és a szeparáció alatt is vokalizált, 6 egyed egyik esetben sem. Hat kutya csak a fenyegetés közben és 7 kutya pedig csak a szeparáció alatt vokalizált. Ennek alapján a továbbiakban összehasonlítottuk az egyes helyzetekben vokalizáló és nem-vokalizáló alanyok szívritmus és SDNN értékeit. Szerettük volna megtudni, hogy a fenyegetés közben morgó, ugató kutyák szív működése mennyiben tükrözi a reaktivitásbeli különbségeket. Az összehasonlításra többutas ismételt mérések ANOVA-t használtunk, a faktorok a már korábban említett hatásokat tükrözik. Miután a szívritmust csak a fenyegetés, a szívritmus-varianciát pedig a fenyegetés és a gazda jelenléte is befolyásolta a vokalizáló és nem-vokalizáló egyedek közötti összehasonlítást is ennek tükrében végeztük el.

#### *A fenyegetés alatt vokalizáló és nem-vokalizáló kutyák szívritmusának összehasonlítása*

A fenyegetés közben összesen 17 kutya vokalizált legalább 1 alkalommal. Az “A” sorozatban (2. és 5. epizód) a fenyegető idegen jelenlétében összesen 8 alany, a “B” sorozatban (2. és 5. epizód) pedig 9 alany vokalizált (egyes kutyák csak az egyik, mások mindkét epizódban). A nem-vokalizáló csoportba az “A” sorozatban 6, a “B” sorozatban pedig 7 egyed került. A két sorozat egyes fázisaiban vokalizáló kutyák arányát a 9. ábra szemlélteti.

## 9. ábra

A vokalizáló (morgó, ugató) és nem-vokalizáló kutyák aránya a fenyegető közelítés alatt a két sorozat során



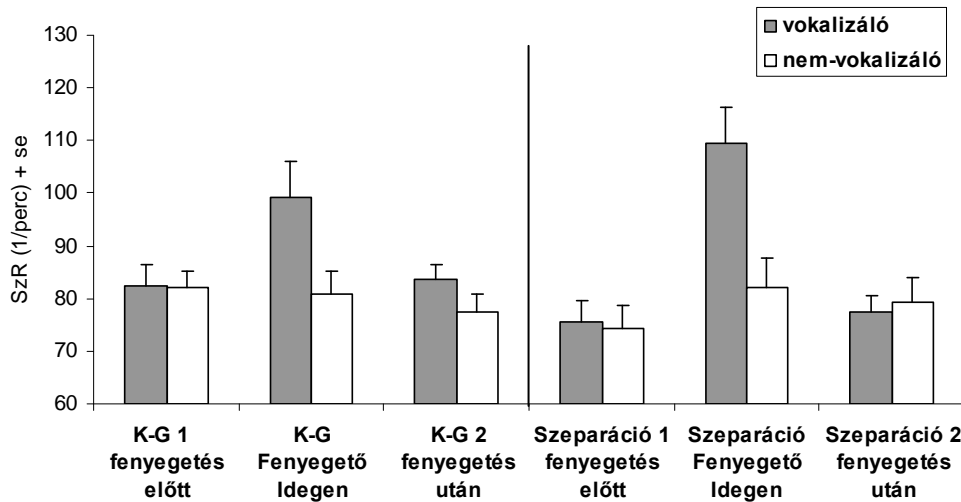
A 17 vokalizáló egyed szívritmusát a sorrend, a gazda jelenléte és a fenyegető idegen a következő módon befolyásolta (5. táblázat). A sorrendnek és a gazdának nem volt hatása, a két faktor interakciója sem volt szignifikáns. A fenyegető idegen közeledése közben a vokalizáló egyedek szívritmusa jelentősen megemelkedett (10. ábra). A fenyegetés és a sorrend nem mutatott interakciót, azaz mindkét sorozatban hasonló volt a változás mértéke. Ugyanakkor a gazda és a fenyegetés hatása összefüggött, a kutyákra a gazda jelenléte nyugtatóan hatott, szívritmusuk ilyenkor kevésbé változott meg. A három faktor együttes hatását is szignifikánsnak találtuk, ami azt jelzi, hogy az is befolyásolta a kutyákat, hogy elsőre milyen körülmények között találkoztak a fenyegető idegennel. Amennyiben elsőre a gazdájuk is mellettük volt, a szeperációban már kisebb mértékben reagáltak az idegenre (11. ábra).

5. táblázat

Faktor	df	F	p
SORREND	1,15	0.12	0.736
GAZDA	1,15	0.11	0.744
<b>FENYEGET</b>	<b>2,30</b>	<b>18.31</b>	<b>&lt; 0.001</b>
GAZDA x SORREND	1,15	0.59	0.454
FENYEGET x SORREND	2,30	0.31	0.735
<b>GAZDA x FENYEGET</b>	<b>2,30</b>	<b>5.92</b>	<b>&lt; 0.01</b>
<b>GAZDA x FENYEGET x SORREND</b>	<b>2,30</b>	<b>4.37</b>	<b>&lt; 0.05</b>

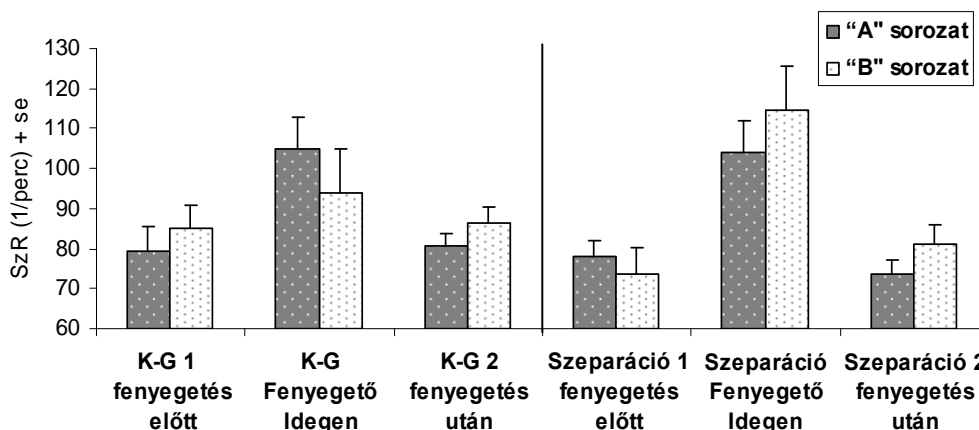
### 10. ábra

A fenyegetésre vokalizáló (n = 17) és nem-vokalizáló (n = 13) egyedek szívritmusa a különböző epizódokban (K-G: kutya-gazda együtt; Szeparáció: a kutya egyedül van)



### 11. ábra

A fenyegetéskor vokalizáló kutyák szívritmusának alakulása a 2 sorozatban. Az "A" sorozatban szereplő kutyák először a gazdájuk jelenlétében, a "B" sorozatban szereplők pedig először egyedül találkoztak a fenyegető idegennel ("A" sorozat: n = 8; "B" sorozat: n = 9)



A 30 kutyából 13 egyed nem vokalizált a fenyegető idegen jelenlétében. Kíváncsiak voltunk arra, hogy ezen kutyák esetében is megfigyelhetők-e azok a jellemző szívritmus változások, amiket a vokalizáló kutyák esetében tapasztaltunk. Az eredmények azt mutatták, hogy sem a sorrend, sem a gazda nem befolyásolta a kutyák szívritmusát, továbbá, a fenyegetésnek sem volt hatása (6. táblázat). Interakciókat a faktorok között nem találtunk. A

nem-vokalizáló kutyák szívritmus átlagai az egyes epizódokban a 10. ábrán láthatók.

**6. táblázat**

Faktor	df	F	p
SORREND	1,11	1.26	0.286
GAZDA	1,11	0.30	0.594
FENYEGET	2,22	0.95	0.403
GAZDA x SORREND	1,11	0.26	0.619
FENYEGET x SORREND	2,22	3.24	0.059
GAZDA x FENYEGET	2,22	2.47	0.107
GAZDA x FENYEGET x SORREND	2,22	0.135	0.875

*A fenyegetés alatt vokalizáló és nem-vokalizáló kutyák szívritmus-varianciájának összehasonlítása (12. ábra)*

A 17 vokalizáló egyed szívritmus-varianciájára – hasonlóan a szívritmushoz – sem a sorrendnek, sem a gazdának nem volt hatása, azonban a fenyegetés szignifikánsan hatott rá (7. táblázat). A fenyegetés alatt a szívritmus-variancia változása a szívritmussal éppen ellentétes volt, lecsökkent. Ezt befolyásolta a gazda jelenléte, a két tényező interakciója szignifikánsnak bizonyult. A többi faktor interakciója nem volt jelentős.

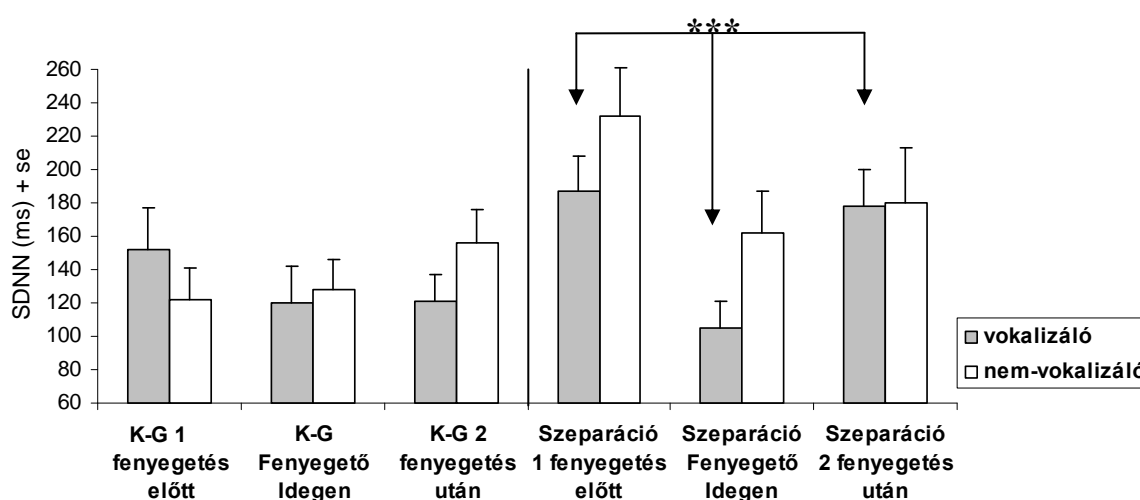
**7. táblázat**

Faktor	df	F	p
SORREND	1,15	0.19	0.663
GAZDA	1,15	2.27	0.153
<b>FENYEGET</b>	<b>2,30</b>	<b>11.13</b>	<b>&lt; 0.001</b>
GAZDA x SORREND	1,15	1.05	0.321
FENYEGET x SORREND	2,30	0.95	0.399
<b>GAZDA x FENYEGET</b>	<b>2,30</b>	<b>3.49</b>	<b>&lt; 0.05</b>
GAZDA x FENYEGET x SORREND	2,30	3.13	0.058

Megnéztük, hogy külön a gazda jelenlétében és külön a szeparációban fenyegetés milyen módon befolyásolta a kutyák szívritmus-varianciáját (mivel sorrendhatást nem

találtunk, az azonos epizódok alatt kapott szívritmus-variancia értékeket összevontuk). Két db., egyutas ismételt méréses ANOVA-t végeztünk. A gazda jelenlétében a szívritmus-variancia nem változott meg ( $F_{(2,32)} = 1.94$ ,  $p = 0.161$ ), a szeparációban zajló fenyegetés hatására azonban szignifikánsan lecsökkent az értéke ( $F_{(2,32)} = 11.07$ ,  $p < 0.001$ ; lásd 12. ábra).

**12. ábra A szívritmus-variancia változása a fenyegetés közben vokalizáló (n=17) és nem-vokalizáló (n=13) kutyák csoportjaiban az egyes epizódok alatt (K-G: kutya-gazda együtt; Szeparáció: a kutya egyedül van; \*\*\*  $p < 0.001$ ). Az ábrán csak a szignifikánsan eltérő értékeket jelöltük.**



A fenyegetéskor nem-vokalizáló kutyák szívritmus-varianciájára csak a gazda jelenlétének volt jelentős hatása (8. táblázat). A gazda jelenlétének hatása és a fenyegetés hatása interakcióban állt egymással. Sorrendhatás nem volt és a többi faktor között sem találtunk összefüggést.

**8. táblázat**

Faktor	df	F	p
SORREND	1,11	1.30	0.278
<b>GAZDA</b>	<b>1,11</b>	<b>14.46</b>	<b>&lt; 0.01</b>
FENYEGET	2,22	1.27	0.301
GAZDA x SORREND	1,11	0.20	0.661
FENYEGET x SORREND	2,22	1.87	0.177
<b>GAZDA x FENYEGET</b>	<b>2,22</b>	<b>6.72</b>	<b>&lt; 0.01</b>
GAZDA x FENYEGET x SORREND	2,22	0.67	0.520

Ismét megvizsgáltuk, külön a gazda jelenlétében és külön a szeparációban a fenyegetés hatását. A két sorrendben szereplő alanyok adatainak összevonása után azt tapasztaltuk, hogy sem a gazda jelenlétében, (egyutas ismételt méréses ANOVA:  $F_{(2,24)} = 1.62, p = 0.218$ ), sem a szeparációban zajló fenyegetés hatására nem változott meg a kutyák szívritmus-varianciája ( $F_{(2,24)} = 3.34, p = 0.053$ ; 12. ábra).

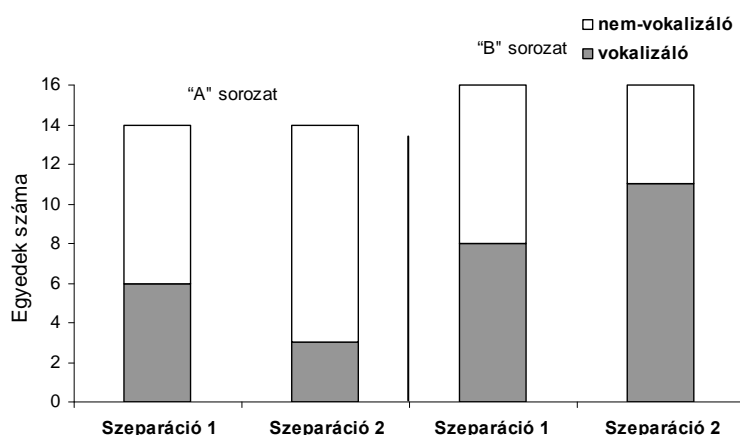
Megállapítható tehát, hogy a vokalizáló egyedeknél a fenyegetés, a nem-vokalizálóknál pedig a gazda hatása volt jelentősebb az SDNN értékek alakulására.

### *A szeparáció során vokalizáló és nem-vokalizáló kutyák szívritmus-varianciájának összehasonlítása*

A szeparációs epizódokban összesen 18 kutyánál tapasztaltunk distressz vokalizációt legalább 1 alkalommal, míg 12 egyed nem mutatott viselkedési szintű reaktivitást. Az "A" sorozatban (2. és 5. epizód) a szeparációkor összesen 7 alany, a "B" sorozatban (2. és 5. epizód) pedig 11 alany bizonyult vokálisan reaktívnek. A nem-vokalizáló csoportba az "A" sorozatban 7, a "B" sorozatban pedig 5 egyed tartozott. A két sorozat egyes fázisaiban a vokalizáló kutyák arányát a 13. ábra szemlélteti.

### **13. ábra**

**A szeparációban vokalizáló (n=18) és nem-vokalizáló kutyák (n=12) száma a két sorozat során**



Ismételten külön-külön vizsgáltuk meg a vokalizáló és a nem-vokalizáló egyedek eredményeit. A vokalizáló kutyák szívritmus-varianciájára mind a gazda jelenléte, mind a fenyegetés szignifikánsan hatott (9. táblázat). Ezen egyedek szívritmus-varianciája a szeparációkor jelentősen megnőtt, azonban a fenyegetéskor ez az érték nagymértékben lecsökkent (14. ábra). A két faktor nem állt interakcióban. Sorrendhatást nem találtunk és a



többi faktor között sem volt összefüggés.

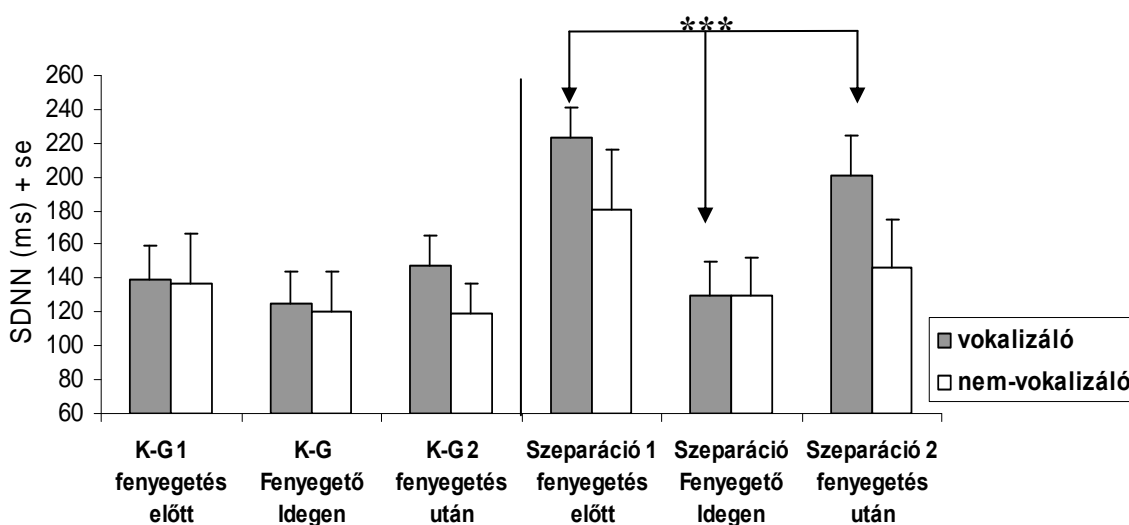
**9. táblázat**

Faktor	df	F	p
SORREND	1,16	1.96	0.180
<b>GAZDA</b>	<b>1,16</b>	<b>6.66</b>	<b>&lt; 0.05</b>
<b>FENYEGET</b>	<b>2,32</b>	<b>9.70</b>	<b>&lt; 0.001</b>
GAZDA x SORREND	1,16	0.80	0.384
FENYEGET x SORREND	2,32	0.79	0.462
GAZDA x FENYEGET	2,32	2.96	0.066
GAZDA x FENYEGET x SORREND	2,32	0.63	0.537

A gazda jelenlétében és a szeparációban külön is kielemeztük a fenyegetés hatását. A két eltérő sorrendben szereplő alanyok adatait összevonva azt találtuk, hogy a gazda jelenlétében nem (egyutas ismételt méréses ANOVA:  $F_{(2,34)} = 0.87$ ,  $p = 0.428$ ), azonban a szeparáció során a fenyegetés hatása szignifikáns volt az egyedek szívritmus-varianciájára ( $F_{(2,34)} = 9.75$ ,  $p < 0.001$ ).

**14. ábra**

A szívritmus-variancia változása a szeparációban vokalizáló (n=18) és nem-vokalizáló (n=12) kutyaánál a különböző epizódokban (K-G: kutya-gazda együtt; Szeparáció: a kutya egyedül van; \*\*\*  $p < 0.001$ ). Az ábrán csak a szignifikánsan eltérő értékeket jelöltük.



A nem-vokalizáló kutyák szívritmus-varianciájára egyik faktor sem volt hatással (10. táblázat).

**10. táblázat**

Faktor	df	F	p
SORREND	1,10	0.21	0.660
GAZDA	1,10	3.59	0.087
FENYEGET	2,20	1.98	0.164
GAZDA x SORREND	1,10	0.11	0.752
FENYEGET x SORREND	2,20	1.58	0.230
GAZDA x FENYEGET	2,20	0.70	0.508
GAZDA x FENYEGET x SORREND	2,20	0.07	0.931

### *Értékelés*

#### A szívritmus változása

Jelen kísérletünkkel az Idegen Helyzet Teszt (Topál és mtsi., 1998) alapján megtervezett helyzetben vizsgáltuk meg a gazdától történő szeparáció és a fenyegető közelítés hatását a kutyák szívritmus válaszaikra. Az összes kutya adatait tekintve a gazdától való szeparáció nem befolyásolta jelentősen a szívritmust, azonban a fenyegető idegen jelenlétében az értéke jelentősen megemelkedett. Bár a gazda jelenléte önmagában (a fenyegető idegentől függetlenül) nem befolyásolta a szívritmusbeli válaszreakciót, a fenyegető megközelítés során mutatott szívritmus változás mértéke attól függött, hogy eközben jelen volt-e a gazdájuk vagy sem. A gazda jelenlétében, a fenyegetés hatására jelentkező szívritmus válasz kisebb mértékű volt, mint a szeparációkor. Ez azt jelzi, hogy a gazda jelenléte nyugtató hatással volt a kutyákra ebben a potenciálisan “veszélyes” szituációban. A kötődési kapcsolat egyik fő jellemzője, hogy a kötődési személy (a kutyáknál a gazda) biztonságos bázisként szolgál az egyed számára (Bowlby, 1969). Ez a kutyáknál a kísérleti körülmények között többnyire abban nyilvánul meg, hogy a gazdájuk jelenlétében az állatok többet játszanak, és több felderítő viselkedést végeznek, mintha egyedül vagy egy idegennel vannak együtt a kísérleti helyiségben (Topál és mtsi., 1998; Gácsi és mtsi., 2005). A mi esetünkben a “veszély” kifejezettebb lehetett, mint az Idegen Helyzet Tesztben általában, mivel itt az idegen nem

barátságosan, hanem éppen ellenkezőleg, fenyegetően viselkedett az állatok irányában.

### A szívritmus-variancia változása

Ugyanakkor a szívritmus-variancia változásait mind a gazda, mind pedig az idegen jelenléte is befolyásolta. Szeparációkor az SDNN értékek szignifikánsan megemelkedtek. Ez az eredmény egybevág a 3.1-es kísérletben tapasztaltakkal, ahol a kutyák szívritmus-varianciája szintén jelentősen megnőtt, amikor a gazda távozott a kísérleti helyiségből. Ott azonban a (barátságos) idegen személy mindvégig jelen volt, akinek a potenciális hatását már korábban kielemeztük. A mostanihoz hasonló jelenséget csak akkor tapasztaltuk, amikor az idegen csendben állt a kutya mellett és nem létesített vele fizikai kontaktust. Már korábban is felvetettük annak a lehetőségét, hogy a szívritmus-variancia emelkedése a figyelmi állapot emelkedését tükrözheti a rövid szeparációs helyzetben, hiszen az alanyok ilyenkor általában annak az ajtónak az irányába orientálnak, ahol a gazdájuk kiment. A fenyegetés hatására bekövetkező jelentős SDNN csökkenés és a szívritmus emelkedés együttesen, a potenciális veszély hatására megjelenő stressz alatti szimpatikus aktivációt, és a paraszimpatikus tónus háttérbe kerülését jelzi (Porges, 1995a). A 'gazdahatás' és a fenyegetés hatása interakcióban állt egymással, a fenyegetésre bekövetkező SDNN csökkenés csak a szeparációs helyzetben volt jelentős mértékű. Ehhez hozzájárulhatott a szeparációban megfigyelhető orientáció szívritmus-variancia emelő hatása is. Így végső soron az történhetett, hogy a szeparációkor a kutyák az ajtóra orientáltak, ami a fenyegető idegen beléptekor átmenetileg megszakadt, majd az idegen távozásakor a "figyelmük" újra kifelé irányult.

### Vokalizáló és nem-vokalizáló kutyák szívritmusa és szívritmus-varianciája

Vas és munkatársaihoz hasonlóan (2005), mi is úgy találtuk, hogy a fenyegetésre mutatott viselkedési válaszok alapján a kutyák különböznek egymástól. A viselkedési szinten reaktív, vokalizáló egyedeket és nem-vokalizáló egyedeket 2 külön csoportba soroltuk és megnéztük, hogy az élettani válaszok mennyiben tükrözik a viselkedési szintű eltéréseket a két csoportnál.

A fenyegetés által előidézett stressz jeleit viselkedési szinten nem mutató kutyáknál, a stressz szívritmusra gyakorolt hatását sem lehetett igazolni. Azonban a viselkedési szinten reaktívnak mutató kutyák esetében, az élettani változások markánsak voltak. A fenyegető idegen jelenlétében, ezeknek a kutyáknak a szeparáció alatt is, és a gazdájuk mellett is jelentősen megnőtt a szívritmusuk. Tehát a gazda nyugtató, biztonságos bázis hatását (secure

base effect – Bowlby, 1969) a fenyegetés alatt, csak a vokalizáló – feltehetően izgatottabb - kutyáknál lehetett kimutatni ebben a potenciálisan veszélyes szituációban. Amennyiben a gazdájuk ilyenkor mellettük volt, a szívritmusuk is kisebb mértékben emelkedett meg. A reaktívabb egyedeknél annak is volt jelentősége, hogy a kutya elsöre gazdával vagy a szeparációban találkozott-e az idegennel. Az elsöre szeparációban fenyegetett kutyák szívritmusa jobban megemelkedett, mint azoké, melyek előbb a gazda jelenlétében találkoztak a fenyegető idegennel.

A fenyegetéskor reaktív alanyok szívritmus-varianciája a szívritmus változással ellentétes irányban alakult, fenyegetés közben lecsökkent, és a változás mértéke attól függött, hogy a gazda jelen volt e vagy sem. A gazda jelenléte a változás (csökkenés) mértékét tompította. A nem-vokalizáló alanyoknál a fenyegetés hatása nem volt szignifikáns a szívritmus-varianciára, viszont a gazda hiánya kimutatható szívritmus-variancia emelkedést eredményezett. Ez a szeparációban megemelkedő orientációs reakciót tükrözheti. Azaz a vokalizáló kutyák a fenyegető idegenre reagáltak erőteljesebben, a szeparációban pedig a nem-vokalizálók orientációja volt kifejezettebb. A gazda ill. az idegen jelenléte mindkét hatást némileg módosította.

A szeparációban eltérő reaktivitású kutyák szívritmus-varianciája is igen különböző volt. A vokalizáló kutyáknál jelentős szívritmus-variancia emelkedést tapasztaltunk a gazda távollétében. A fenyegetés hatására a gazda jelenlétében és távollétében is csökkent az SDNN értéke. A nem-vokalizáló egyedeknél ezek a statisztikailag igazolható változások nem jelentkeztek.

### 3.3 Az ugatás hatása a kutyák szívritmusára

A kísérlet során a különböző majom fajok vokális jelző rendszerének vizsgálatánál már sikerrel alkalmazott habituáció-diszkriminációs paradigmát (Weiss és Hauser, 2002; Sproul és mtsi., 2006) használtuk fel, hogy kimutassuk képesek-e érzékelni a különbséget a kutyák a különböző szituációban rögzített ugatások között. A többször ismételt azonos hatás habituációhoz vezet, amit az egyre csökkenő válaszreakció tükröz. Ezek után egy új hatás - feltéve, hogy az állat érzékeli a különbséget - ismét az első válaszhoz hasonló mértékű reakciót kell, hogy eredményezzen. A majmokkal végzett kísérletekben a rejtett hangszóróból bejátszott hangok hatásának kimutatására az egyedek orientációs reakcióját mérik. A habituáció kialakulásakor a hanghatásra bekövetkező orientációs reakció megszűnik (Sproul és mtsi., 2006). Amennyiben egy új hang bejátszására az egyedek ismételten orientációs reakciót mutatnak (diszhabituáció), ez a sikeres diszkriminációt jelzi.

A kutyák esetében az ugatás fajspecifikus funkciója ill. élettani hatása még nem ismert. A különböző ugatások akusztikai paramétereiket megvizsgálva határozottan elkülöníthetőek a különböző szituációkban rögzített hangok: pl. az „idegent ugat” helyzetben felvett ugatásokra mélyfrekvenciás hangmagasság, és rövid vakkantások közti intervallum, míg a „kikötve ugat” szituációban magas frekvenciás, tonális, és hosszabb intervallummal rendelkező ugatás a jellemző (Pongrácz és mtsi., 2006). Az emberekkel végzett kísérletekben az előbbi szituáció magas agresszivitási, az utóbbi inkább félelem és kétségbeesés pontokat kapott (Pongrácz és mtsi., 2005).

#### *Alanyok*

A vizsgálatban 14 db felnőtt családi kutya vett rész (3 további kutya mérési adatai olyan sok hibás jelet tartalmaztak, hogy azokat a további értékelésből ki kellett zárunk). A kutyák életkora  $60 \pm 26$  hónap volt. A testméretük 17 – 40 kg között (átlag  $31 \pm 7$  kg) változott. A 9 db kan és 5 szuka 7 fajtába tartozott (2 belga juhász, 4 német juhász, 2 golden retriever, 2 border collie, 1 német vizsla, 1 labrador retriever, 1 cseh farkas) és volt köztük egy keverék kutya is. Az alanyok kiválasztásánál előfeltételként szerepelt, hogy azok alapszinten engedelmeskedjenek a gazdájuknak, pl. ismerjék az *Üll!*, vagy *Fekszik!* vezényszavakat, és ezek elhangzása után képesek legyenek a kívánt testhelyzetben maradni. A kutyák alapszintű engedelmességét a kísérletek megkezdése előtt leellenőriztük.

### *A hangminták bemutatása*

Kísérletünkben egy magyar pásztorkutyafajta, a mudi ugatásait használtuk fel. A hangfelvételek elkészítésére használt műszer leírása ill. az ugatási hangminták előkészítése egy korábbi kísérletben már ismertetésre kerültek (Pongrácz és mtsi., 2005). A hangok 5 felnőtt egyedtől származtak (2 kan és 3 szuka) és két különböző szituációban lettek rögzítve: a kutya “idegent ugat” a kerítés mögül és a magára hagyva “kikötve ugat” (“ugatás”). E kétféle ugatás egyes akusztikus paraméterei jellemző módon eltérnek. Az idegent ugató kutyák hangjának csúcsfrekvenciája és fundamentális frekvenciája is különbözik a kikötve ugató állatokétól (Pongrácz és mtsi., 2005). Kontroll hangként (“zaj”) kétféle mechanikus zaj szolgált: “fűrógép hangja” és “hűtőgép motor” hangja.

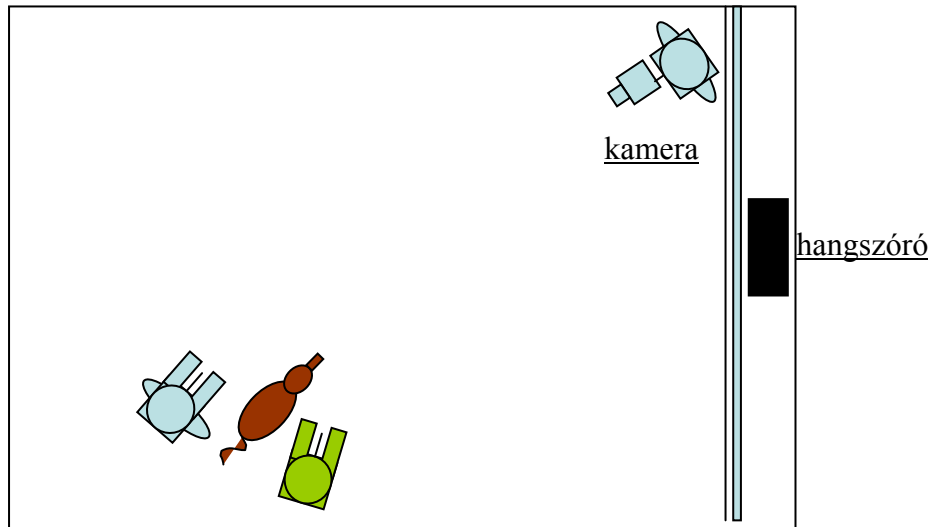
A hangvisszajátszások során felhasznált 25 másodperc hosszúságú szakaszok véletlenszerűen kerültek kiválasztásra az eredeti felvételekből, majd egy hangszerkesztő program segítségével lettek azokból kivágva. A visszajátszott hangok erőssége egyforma volt.

### *Protokoll*

A helyszínre érkező kutyák a már korábban leírt módon lettek megborotválva majd ezek után felszereltük rájuk a mérőműszert tartalmazó hámot. Ezek után a kísérleti szobába mehettek a gazdáikkal együtt, ahol egy rövid (kb. 10-15 perces) időszak után - ami alatt körbejárhattak a szobában – kezdődött el a kísérlet. Ennek elején a gazda - a pórázon tartott kutyát magamellé ültetve- helyet foglalt a szoba egy előre kijelölt pontjára helyezett széken. Mellette, egy másik széken ült a segéd, akit arra kértünk, hogy a tesztek alatt végig a gazdával beszélgessen. A gazda és a segéd beszélgetésével azt szeretnénk volna elérni, hogy a gazda ne üljön teljes csendben, vagy ne beszéljen a kutyájához, amivel a kutya figyelmét magára vonja vagy a kutyában várakozást válthat ki. Feltételezésünk szerint a két beszélgető személy a lehetőségekhez képest kevésbé foglalkozott a bejátszott hangokkal és/vagy a kutyával. A szobában ezen kívül bent tartózkodott a kísérletvezető (Maros Katalin) is, aki a kutyával szemben álló kamerát kezelte. Az alany a segéd és a gazda között ült, orral a kamera felé. A szoba egy meghatározott részén egy hangszóró volt elrejtve, a kutya és a gazda számára láthatatlan helyen (egy függönnyel eltakarva). A kísérleti szoba elrendezését a 15. ábra szemlélteti.

## 15. ábra

### A kísérleti helyszín elrendezése

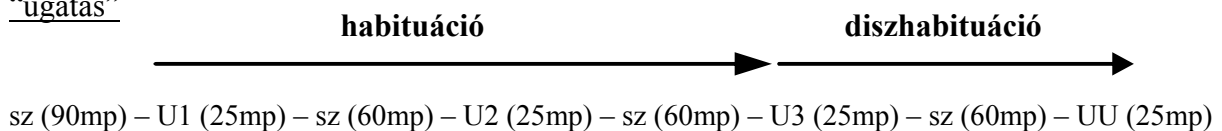


A hangbejátszások a következő módon zajlottak. Minden kutyának két hangsorozatot játszottunk be, a két bejátszás között kb. fél óra telt el. Az egyik sorozatban a kutyák ugatásokat (“ugatás”) a másik – kontroll - sorozatban pedig a mechanikus zajokat (“zaj”) hallgattak. Egy sorozaton belül az azonos típusú hangokat 3-szor játszottuk be (habituáció), egyenként 25 mp-es időtartamban, melyek között 1 perces szüneteket hagytunk. Negyedszerre következett az új típusú hang (diszhabituáció), melynek bejátszása szintén 25 mp-ig tartott. A kutyák fele az egyik a másik fele a másik sorozattal kezdett. A két sorozat vázlatos szemléltetése a 16. ábrán látható.

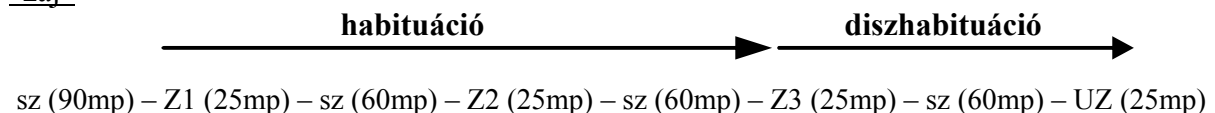
## 16. ábra

A hangbejátszások elrendezése a két sorozatban [sz: szünet; U (ugatás): “idegent ugat”; UU (új ugatás): “kikötve ugat”; Z (zaj): “fúrógép hangja”; UZ (új zaj): “hűtőgép motor”]

“ugatás”



“zaj”



## Kiértékelés

A kiértékelés során a kutyák viselkedési és szívritmus válaszait is elemeztük. A viselkedést a videofelvételekről történő visszanezések alapján kódoltuk. Viselkedésváltozónak a hangforrás felé történő orientációs reakciót vettük (“odafordul”), és mértük ennek a latenciáját és összidejét az egyes hangbejátszások alatt. A statisztikai elemzések során ezek csoportátlagait hasonlítottuk össze. A mérések alatt a kutyák ültek, vagy feküdtek.

Az adatelemzésre használt szívritmus értékeket az adott időszakaszokra jutó RR intervallumok 1 másodpercre vonatkoztatott átlagaiból számoltuk ki az ISAX adatelemző programjának segítségével. A program az eredeti RR értékeken lineáris interpolációt végez majd 1 Hz-es újbóli mintavételezéssel megadja az adott, 1 másodperces időszakaszokra eső RR értékeket. A könnyebb érthetőség kedvéért ezeket azután átszámoltuk a szívritmus értékekre (lásd korábban). Miután az egyedi szívritmus értékek nagy változatosságot mutatnak (erről a 3.1 kísérletben meggyőződhattunk), az egyedi értékekből 1 másodperces átlagokat számoltunk. Ennek értelmében 1 adott adatpontba a 14 egyed, adott másodpercre eső szívritmus átlaga került. A különböző hanghatásokra bekövetkező változásokat ezen adatsorok összehasonlításával próbáltuk nyomon követni.

Az összehasonlításokat a hangbejátszások előtti és utáni viselkedési és szívritmus adatokon végeztük. Erre a következő 3 db. 10 mp-s időszakaszt választottuk ki:

hangbejátszás előtti 10 mp: *előtte*

hangbejátszás első 10 mp-e: *első 10 mp*

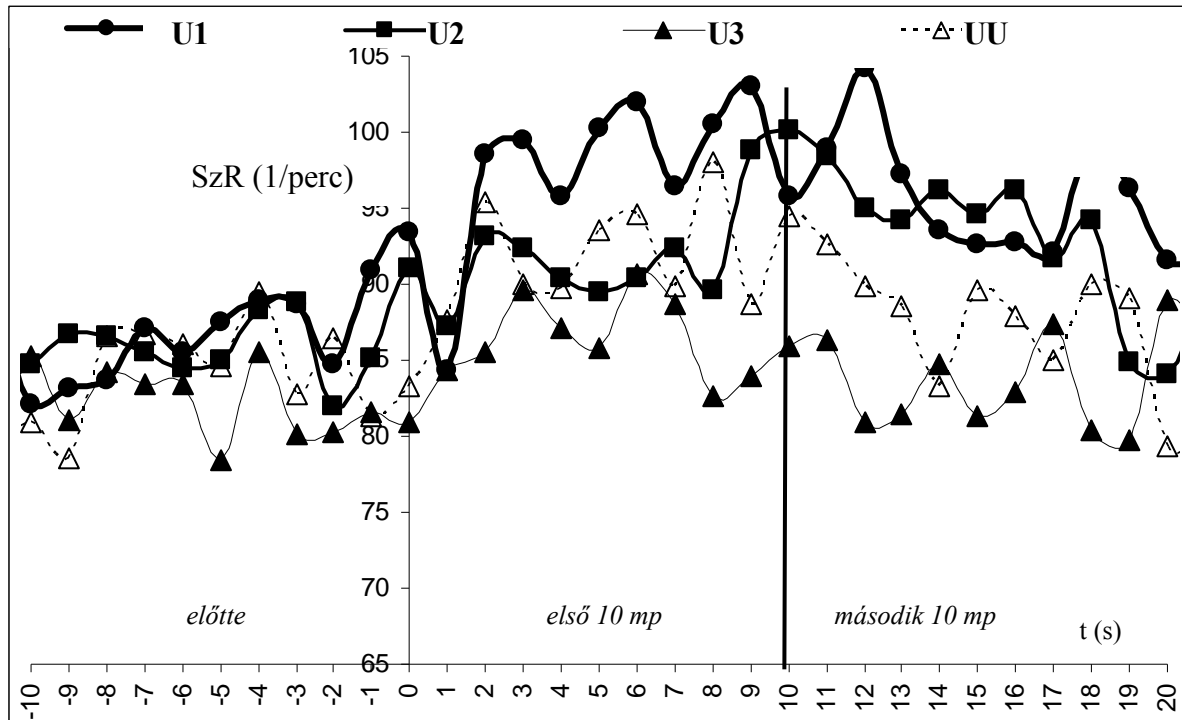
hangbejátszás második 10 mp-e: *második 10 mp*

Az összehasonlításokor felhasznált adatpontok grafikus szemléltetését a 17. és 18. ábrák mutatják.



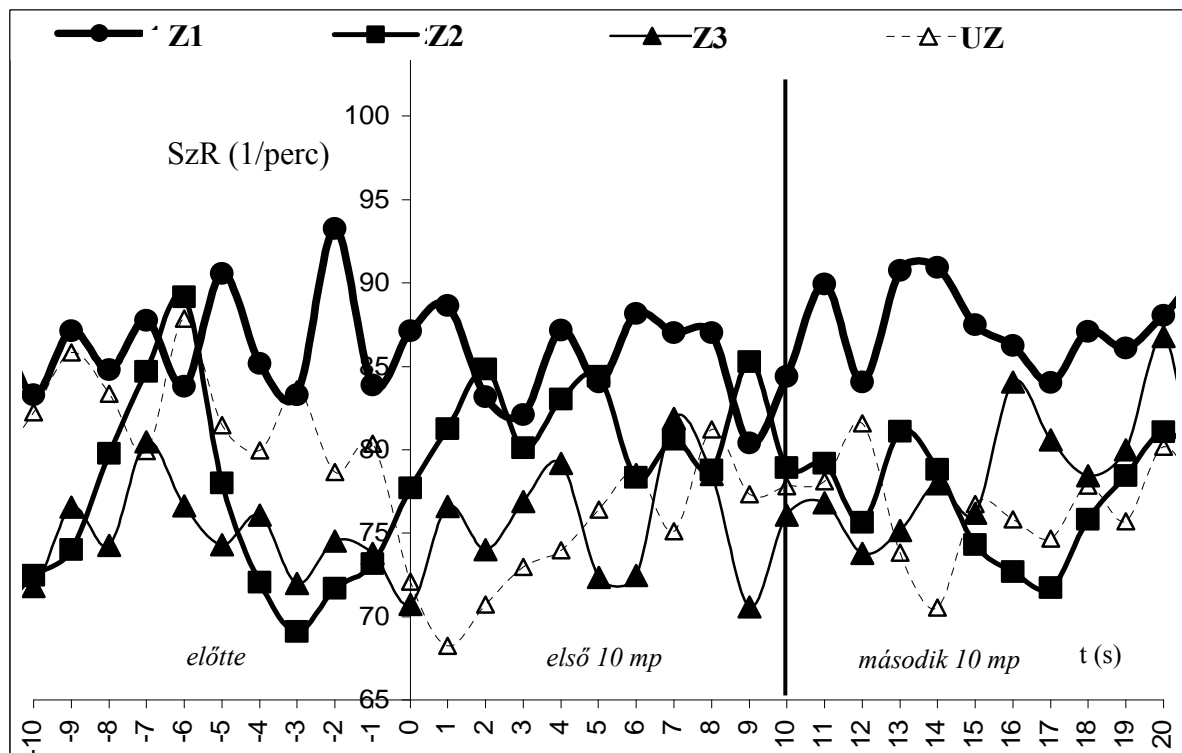
17. ábra

A szívritmus átlagok másodpercenkénti változása az ugrások bejátszása során (U1-U2-U3: “idegent ugrat”, UU: “kikötve ugrat”; n = 14, minden adatpontra)



18. ábra

Szívritmus átlagok másodpercenkénti változása a mechanikus zajok bejátszása során. (Z1-Z2-Z3: “fűrőgép hangja”, UZ: “hűtőgép motor”; n = 14, minden adatpontra)



A szívritmus adatok normális eloszlásúak voltak, az összehasonlítások során páros t-tesztet és egyutas- ill. kétutas ismételt méréses ANOVA-t, ill. az utólagos összevetésekre Student-Newman-Keuls (SNK) féle post hoc tesztet végeztünk. A viselkedési adatok eloszlása eltért a normális elosztástól, ezért azokat Friedman variancia-analízissel és Wilcoxon páros előjel teszttel elemeztük.

## *Eredmények*

### A szívritmus változása

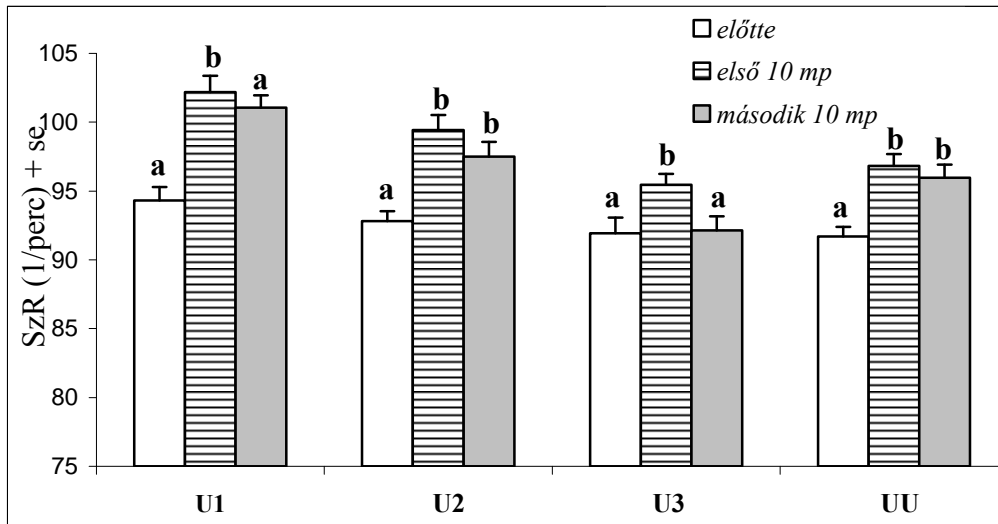
A hangbejátszások előtti 10 mp-es időszakokban a szívritmus értékek (U1 *előtte* vs Z1 *előtte*) nem tértek el a két sorozat között (páros t-teszt:  $t_{(9)} = 0.79$ ;  $p = 0.45$ ), azaz a két hangbejátszás előtti nyugalmi időszakok nem különböztek. A kutyák átlagos szívritmusa az ugatások bejátszása előtti időszakban (U1 *előtte*) 94.3 ( $\pm 5.7$ )/perc, a zajok bejátszása előtt pedig (Z1 *előtte*) 92.9 ( $\pm 5.4$ )/perc volt.

A hanghatások elemzése során elsőként a habituációs hatást vizsgáltuk meg külön-külön az “ugatás” és a “zaj” tesztekben. Az “ugatás” tesztben az ismételt hangok (U1, U2, U3) és a 3 különböző időszakasz (*előtte*, *első 10 mp*, *második 10 mp*) hatását a szívritmusra ismételt méréses ANOVA-val elemeztük, ahol az egyik út a HANG (ismételt hangok) a másik út az IDŐ (3 különböző időszakasz) voltak. Mind a HANG-nak ( $F_{(2,18)} = 31.07$ ,  $p < 0.001$ ) mind pedig az IDŐ-nek ( $F_{(2,18)} = 21.55$ ,  $p < 0.001$ ) szignifikáns hatása volt a szívritmusokra, és a két faktor interakciója is szignifikáns volt ( $F_{(4,36)} = 3.29$ ,  $p < 0.05$ ). Ez azt jelenti, hogy a 3 azonos típusú ugatás bejátszása során a kutyák szívritmusa megváltozott (lecsökkent), ami a habituációt jelzi. Ugyanakkor az egyes bejátszások alatt, a 3 időszakaszra eső szívritmus értékek is eltértek egymástól, ami hang hatását jelzi a csendes időszakhoz (*előtte*) képest.

Az IDŐ hatásának további analízise céljából az egyes ugatás hangok bejátszásához tartozó 3 különböző időszakaszhoz tartozó átlagos szívritmus értékeket egyutas ismételt méréses ANOVA-val hasonlítottuk össze. Mind a 4 ugatás (U1, U2, U3 és U4) esetében szignifikáns különbségeket találtunk az egyes 10 mp-es szakaszok között (U1:  $F_{(2,18)} = 15.94$ ,  $p < 0.001$ ; U2:  $F_{(2,18)} = 9.62$ ,  $p < 0.01$ ; U3:  $F_{(2,18)} = 6.27$ ,  $p < 0.01$ ; U4:  $F_{(2,18)} = 12.49$ ,  $p < 0.001$ ). A post hoc teszt (SNK) eredményeit a 19. ábra szemlélteti.

## 19. ábra

A 14 kutya átlagos szívritmusának alakulása az ugatás (U1-U2-U3: “idegent ugat”, UU: “kikötve ugat”) hangok bejátszása előtt (*előtte*) és alatt (*első 10 mp*, *második 10 mp*). Az SNK post hoc teszt alapján, az egyes hanghatások alatti szignifikáns eltéréseket az eltérő betűk jelzik.

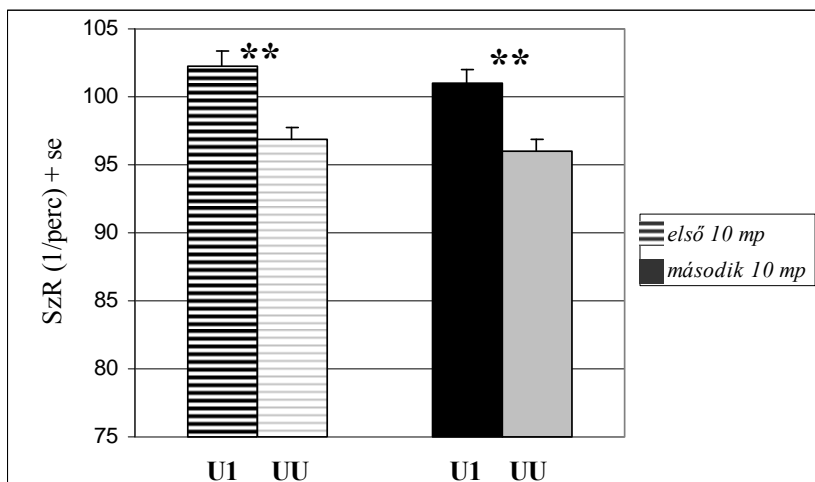


Az SNK post hoc teszt kimutatta, hogy a kutyák átlagos szívritmusa mind a habituációs (U1, U2, U3), mind pedig a diszhabituációs (U4) fázisban megemelkedett a hang hatására. A habituációs fázis első két hangbejátszásakor a hatás tartósnak bizonyult, mivel a szívritmusok a bejátszás alatti első és a második 10 mp-ben is magasabbak maradtak. A harmadik hangbejátszás (U3) alatt viszont a hatás (szívritmus emelkedés) a második időszakban (második 10 mp) már nem volt megfigyelhető, a kutyák szívritmusa lecsökkent a bejátszás előtti értére. Ez a kutyák habituációját tükrözi a “idegent ugat” hangra. A negyedik (UU), új kontextusú ugatás (“kikötve ugat”) azonban ismét tartós szívritmus emelkedést okozott, miután az első és a második 10 mp-ben is magasabb értékeket kaptunk, mint előtte. Az új típusú ugatás tehát diszhabituációt eredményezett.

A diszhabituáció részletesebb vizsgálatára az U1 és U3 fázisok első 10 mp-es és második 10 mp-es időszakaszainak eredményeit páros t-teszt segítségével összehasonlítottuk az UU (új ugatás) megfelelő értékeivel. Azt tapasztaltuk, hogy az UU fázisban mindkét időszakaszban szignifikánsan alacsonyabb volt a kutyák szívritmusa az U1 fázishoz képest (*első 10 mp*:  $t_{(9)} = 4.76, p < 0.01$ ; *második 10 mp*:  $t_{(9)} = 4.10, p < 0.01$ , lásd a 20. ábrát).

## 20. ábra

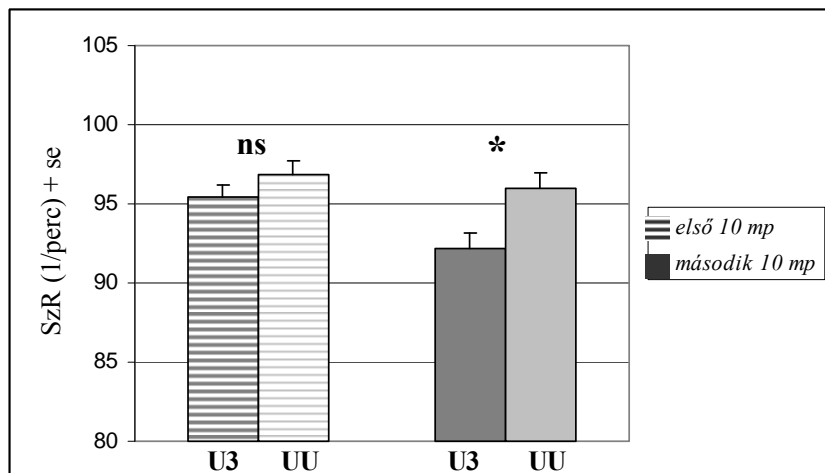
A 14 kutya átlagos szívritmus értékei az első ugatás (U1: “idegent ugat”) és a negyedik, új ugatás (UU: “kikötve ugat”) bejátszása (csíkozott oszlopok: első 10 mp, egyszínű oszlopok: második 10 mp) során (\*\*  $p < 0.01$ )



Ugyanakkor, az UU fázisnak az U3 fázissal való összevetése azt mutatta, hogy míg az első 10 mp-es szakaszok mérési adatai nem különböztek, a második 10 mp-ek adatai között szignifikáns eltérés volt (első 10 mp:  $t_{(9)} = 0.85$ ,  $p = 0.41$ ; második 10 mp:  $t_{(9)} = 2.77$ ,  $p < 0.05$ , 21. ábra). Ez azt jelzi, hogy bár az új kontextusú ugatás (UU) nem eredményezett olyan nagy mértékű szívritmus emelkedést, mint a legelső ugatás (U1) bejátszása, mégis az diszhabituációs hangnak (UU) nagyobb hatása volt a szívritmusra, mint az eggyel korábban bejátszott, harmadik habituációs hangnak (U3).

## 21. ábra

A 14 kutya átlagos szívritmus értékei a harmadik ugatás (U3: “idegent ugat”) és a negyedik, új ugatás (UU: “kikötve ugat”) bejátszása (csíkozott oszlopok: első 10 mp, egyszínű oszlopok: második 10 mp) során (ns  $p > 0.05$ , \*  $p < 0.05$ )

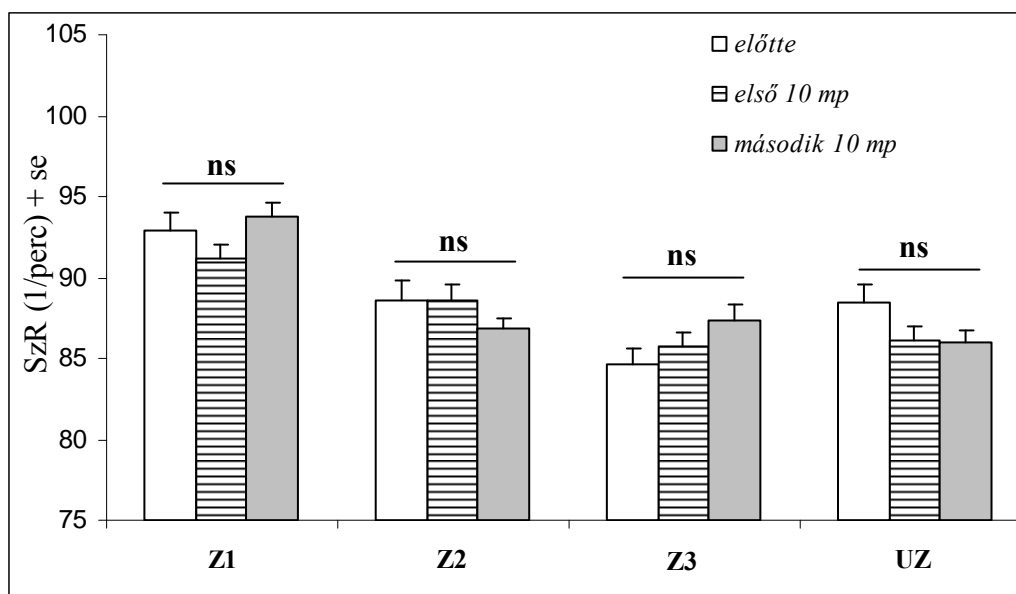


A “zaj” tesztben az ismételt hangok (Z1, Z2, Z3) és a 3 különböző időszakasz (*előtte*, *első 10 mp*, *második 10 mp*) hatásának elemzése során megállapítottuk, hogy hang ez esetben is szignifikánsan befolyásolta a szívritmust (HANG:  $F_{(2,18)} = 29.15$ ,  $p < 0.001$ ), azonban az időnek nem volt kimutatható hatása (IDŐ:  $F_{(2,18)} = 0.58$ ,  $p = 0.57$ ). A két faktor interakciója sem volt szignifikáns ( $F_{(4,36)} = 2.51$ ,  $p = 0.06$ ). Az eredmények alapján elmondható, hogy a kutyák szívritmusa a zajokra történő habituációs fázis alatt csökkenő tendenciát mutatott, ami – hasonlóan az ugatások bejátszása alatt tapasztaltakhoz - az alanyok kísérleti helyzetéhez történő hozzászokását tükrözte.

Ugyanakkor a 3 időszakaszra eső értékek egyik esetben sem tértek el egymástól, ami azt jelzi, hogy az egyes hangbejátszásoknak a “zaj” sorozatban nem volt hatása a szívritmusra (egyutas ismételt mérés ANOVA: Z1:  $F_{(2,18)} = 1.80$ ,  $p = 0.194$ ; Z2:  $F_{(2,18)} = 1.52$ ,  $p = 0.246$ ; Z3:  $F_{(2,18)} = 2.03$ ,  $p = 0.161$ ; Z4:  $F_{(2,18)} = 2.16$ ,  $p = 0.144$ ; 22. ábra).

## 22. ábra

**A 14 kutya átlagos szívritmusának alakulása a zaj (Z) hangok bejátszása előtt (*előtte*) és alatt (*első 10 mp*, *második 10 mp*; ns  $p > 0.05$ )**



Megvizsgáltuk azt is, hogy történt-e diszhabituáció a “zaj” sorozatban. Ez esetben is összevetettük az Z1, Z3 és UZ fázisok első és második 10 mp-iben kapott szívritmus adatokat. Az első zaj hatás (Z1) alatti szívritmus értékek mindkét időszakaszban magasabbak voltak, mint az utolsó, új zaj (UZ) bejátszása idején (páros t-teszt, *első 10 mp*:  $t_{(9)} = 3.76$ ,  $p < 0.01$ ; *második 10 mp*:  $t_{(9)} = 5.89$ ,  $p < 0.001$ ). A habituációs fázis harmadik hangbejátszása (Z3) és az új hang (UZ) hatása között azonban nem volt különbség a szívritmus tekintetében (*első 10 mp*:  $t_{(9)} = 1.64$ ,  $p = 0.14$ ; *második 10 mp*:  $t_{(9)} = 0.19$ ,  $p = 0.87$ ). Az eredmények alapján

kijelenthető, hogy a mechanikus zajok nem okoztak szívritmus emelkedést, és az új zaj (UZ) hatása sem különbözött az előtte bejátszott hang (Z3) hatásától – más szóval, a kutyák szívritmusa ez esetben nem tükrözte a diszhabituációt.

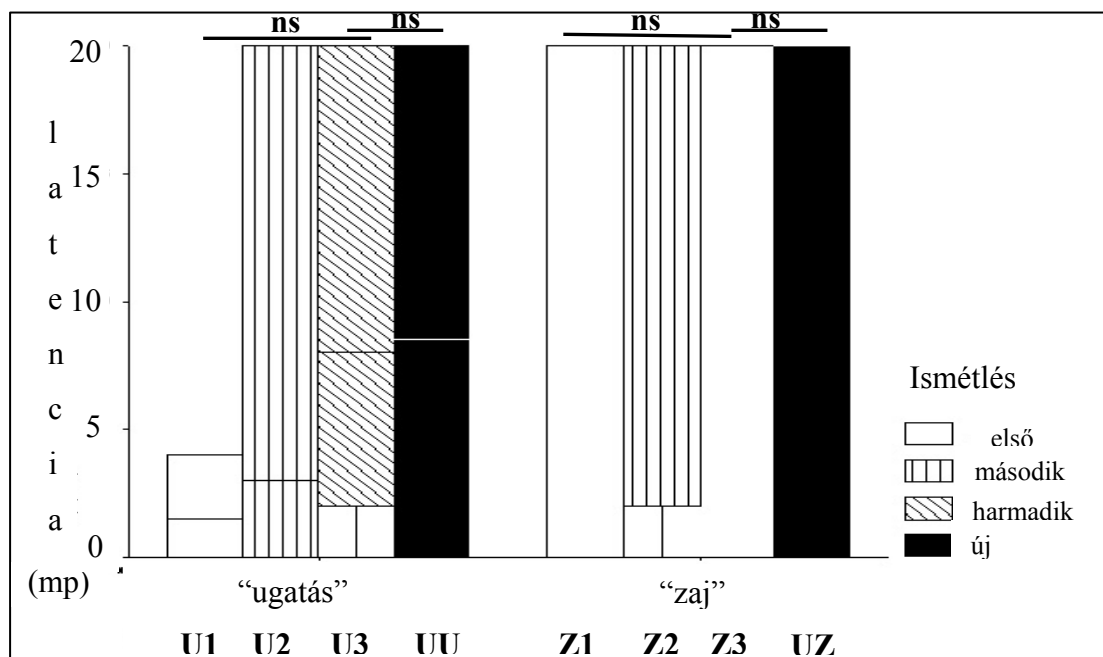
### A viselkedés változása

A 23. ábrán az odafordulás (orientáció) latenciájának csoportátlaga ( $n = 14$ ) látható az egyes sorozatokon belül. Az első 3 ugatásra az odafordulások latenciái nem tértek el egymástól (Friedman variancia-analízis,  $Fr_{(14,2)} = 2.48$ ,  $p = 0.290$ ) és az új hangra sem volt változás megfigyelhető a latenciák idejében (Wilcoxon páros előjel teszt,  $W_{(6)} = 0$ ;  $p = 0.999$ ). Az 1. ugatás (U1) bejátszásakor 11 kutya fordult a hangforrás irányába, a 2. ugatásra (U2) 10 kutya, a 3. hangnál (U3) pedig ismét 10 egyed. Az új hangra (UU) 8 kutyánál volt az orientáció megfigyelhető.

A zaj bejátszásakor a latencia értékek szintén nem változtak az első 3 hang tekintetében ( $Fr_{(14,2)} = 4.88$ ,  $p = 0.087$ ), a latenciaértékek közel maximálisak (20 mp) voltak. Az első zajbejátszásra (Z1) a 14-ből 6 kutya fordult a hangforrás felé, a másodikra (Z2) 5 kutya a harmadikra (Z3) pedig már csak 3. Az újfajta hangra (UZ) sem történt változás a latenciában ( $W_{(5)} = 15$ ;  $p = 0.063$ ), bár ekkor ismét 6 egyed orientált a hangforrásra.

### **23. ábra**

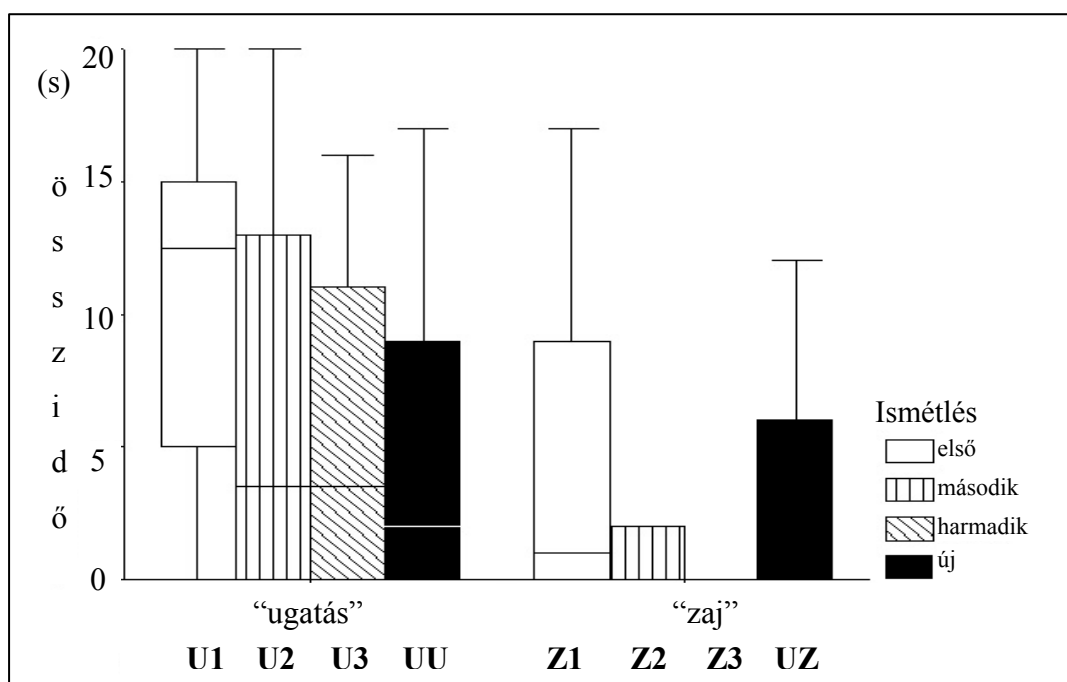
**Az orientációs reakció latenciája az ugatások (U) és a zajok (Z) bejátszása során (Az ábrán a mediánok, a kvartilisek, a legmagasabb és legalacsonyabb értékek vannak feltüntetve, ns  $p > 0.05$ )**



A 24. ábrán a hangforrás felé történő orientáció átlagos időtartamát ábrázoltuk. Az első 3 ugatás bejátszására a kutyák orientációjának időtartama nem tért el szignifikánsan ( $Fr_{(14,2)} = 4.72, p = 0.094$ ) és az új ugatásra sem változott meg ( $W_{(6)} = -12, p = 0.557$ ). A első 3 zaj bejátszása alatti orientáció időtartama szintén nem különbözött szignifikánsan egymástól ( $Fr_{(14,2)} = 3.68, p = 0.159$ ). Azonban az újfajta zajra a kutyák szignifikánsan tovább figyeltek, mint az azt megelőző zajra ( $W_{(6)} = -21, p < 0.05$ ).

#### 24. ábra

**Az odafordulás összideje az ugatás és a zaj bejátszások során (Az ábrán a medián, a kvartilisek, a legmagasabb és legalacsonyabb értékek vannak feltüntetve, ns  $p > 0.05$ ; \*  $p < 0.05$ ).**



Összehasonlítottuk az első ugatásra és első zajra megjelenő orientációs reakciókat is. A két eltérő hanghatásra bekövetkező orientáció latenciája nem tért el ( $W_{(9)} = -28.00, p = 0.98$ ), azonban az ugatásra hosszabb ideig a hangforrás felé fordultak a kutyák, mint az első zaj bejátszásakor ( $W_{(12)} = -61.00, p < 0.05$ ).

Az orientációs reakció a fajspecifikus vokális jelekre több kutyánál jelentkezett, mint a “semleges” zajokra. Az első ugatásra átlagosan hosszabb ideig orientáltak az alanyok, mint az első zajbejátszásra. Az odafordulási latenciák és összidők tekintetében nem tudtuk kimutatni a viselkedési szintű habituációt. Az új ugatásra nem, az új zajra viszont kimutathatóan tovább orientáltak a kutyák a hangforrás irányába.

A kísérletben azokat a hangtípusokat használtuk a kutyák diszkriminációs képességének vizsgálatára, amiket az emberek is meg tudtak különböztetni egymástól (Pongrácz és mtsi., 2005, 2006; Molnár és mtsi., 2006). Az “idegent ugat” és a “kikötve ugat” helyzetekben felvett vokalizációknak markánsan eltérő akusztikus tulajdonságai vannak, és eredményeink azt mutatják, hogy a kutyák is képesek különbséget tenni e hangok között. Az ugatás hatására a kutyák szívritmusa minden esetben megemelkedett a megelőző “csendes” időszakhoz képest. Ugyanakkor az ismételt bejátszások során az értékek egyre inkább lecsökkentek. A szívritmus változásai alapján elmondható, hogy az alanyok habituálódtak az ugyanazon helyzetben felvett ismételt bejátszott ugatási hangokhoz, mivel a szívritmusuk a 3. bejátszáskor a kezdeti emelkedés után a bejátszás második felében már visszatért a kiindulási értékre. Az újfajta hang bejátszása élettani diszhabituációt eredményezett, a szívritmusuk nem csak kezdetben emelkedett meg, hanem tovább maradt magas is.

A mechanikai zajok nem okoztak szívritmus emelkedést az alanyoknál, és a szívritmus általános csökkenést tapasztaltuk az ismétlések alatt. Élettani diszhabituáció az újfajta zajra nem történt.

A viselkedés változásai kevésbé tükrözték azt, hogy a kutyák megkülönböztetik a fajtársak eltérő szituációkban felvett vokalizációit. Az ugatásra összességében több kutya reagált orientációval, mint a zajra, de sem az ugatásokra megfigyelhető orientációk latenciája sem azok összes ideje nem változott meg az ismételt bejátszások hatására. A zajra az alanyok kevesebb, mint fele reagált orientációval és bár statisztikailag igazolható habituációt nem tapasztaltunk, az új zajra összességében hosszabb ideig figyeltek.

Eredményeink azt mutatják, hogy a szívritmus vizsgálata alkalmas a figyelmi állapot finom változásának (jelen esetben a diszhabituációs reakció) kimutatására. Sikertelenül igazolnunk a különböző szituációkban megjelenő ugatások megkülönböztetésének képességét a kutyáknál, azonban ez nem feltétlenül jelenti azt, hogy - hasonlóan az emberekhez – a kutyák is képesek lennének a különböző helyzetek közötti emocionális különbséget felismerni. Elképzelhető, hogy csak a kétfajta hang közötti akusztikus eltérést érzékelték. Az, hogy az ugatásra a szívritmusuk megemelkedett, mindenképpen azt jelzi, hogy a fajspecifikus vokalizáció szimpatikus izgalmat okozott, míg a mechanikus zajnak nem volt ilyen hatása. Az erős zaj (110-120dB) szívritmus emelkedést okozhat a kutyáknál (Beerda és mtsi., 1998a), azonban egy ilyen erős hanghatás már olyan averzív a számukra, ami akut stresszt idéz elő (Engeland és mtsi., 1990). A mechanikus zajok közötti akusztikus különbséget nem



vizsgáltuk, de az, hogy az új zaj bejátszásakor hosszabb ideig orientáltak a hangforrás irányába az állatok azt sejteti, hogy azokat is meg tudták különböztetni. Az ugatás fajspecifikus hatása valószínűsíthető a kutyák esetében, hiszen a farkasoknál a vokális repertoár része (Cohen és Fox, 1976), de az idegent ugató kutya hangja már önmagában is hordozhat olyan vokális komponenseket, amelyek a Morton szabályok értelmében (mély, érdes hangok agresszivitást fejeznek ki, míg a magas, tonális hangokból hiányzik az agresszió) agressziót jeleznek (Pongrácz és mtsi., 2005).

## **4. ÁLTALÁNOS ÉRTÉKELÉS**

### **4.1 A kutyák szívritmus mérésének általános értékelése**

A szakirodalom alapján, a szabadon mozgó kutyák szívritmusának mérésére alkalmas eszközök és az adatértékelési módszerek igen sokfélék. A modern viselkedés-élettani kutatások során használt műszerek többsége az állatokra külsőleg felszerelhető elektródákkal működik. Nincs arra vonatkozó adatunk, hogy létezne speciálisan, a kutyákra kifejlesztett mérőrendszer. A kutatók általában a kereskedelmi forgalomból beszerezhető, a többi háziállatfajnál is használatos mérőcsaládok valamelyikét alkalmazzák (pl. Polar Equine monitor, Polar Sport Tester) vagy egyedi fejlesztésű EKG mérő műszerekkel dolgoznak. A kutyák szívritmusa igen széles határok között mozog, a 30/perc alatti értékektől a 300/perc feletti értékekig terjedhet (pl. Olsen és mtsi., 1999).

#### **4.1.1 Az ISAX mérőrendszer alkalmazhatósága a kutyákra**

A kísérletekben használt, a humán pszichofiziológiai kutatásban kifejlesztett ISAX mérőrendszer adatgyűjtő egysége alkalmasnak bizonyult a kutyák szív működésének vizsgálatára. Néhány módszertani korláttal azonban számolnunk kellett. A műszer méreténél fogva csak közepes és nagytestű kutyák esetében alkalmazható, mivel az állatok azt a mérés közben magukon kell, hogy viseljék. A műszer kutyákon való elhelyezése céljából egy speciális hámot használtunk, amit a testükre rögzítettünk. A hám viselése tapasztalataink szerint a legtöbb alanyunk nem okozott problémát. A megfelelő elektromos jel regisztrálásához szükség volt arra, hogy a kutyák szőrét a mellkasukon 3 helyen leborotváltuk majd ezekre a területekre raktuk fel az elektródákat. Amiatt, hogy a kutyák szőrét le kellett borotválni számos további egyed kiesett a potenciális alanyok köréből, mivel a kiállításra szánt ill. bizonyos speciális feladatokra képzett (pl. mentő) kutyák gazdái a vizsgálatot ilyen feltételekkel nem tudták vállalni.

A műszer használhatóságát a kutyák egyedi testalkatbeli eltérései is befolyásolták. A lógó bőrű (pl. mellkas tájékon) vagy elhízott egyedek esetében gyakori volt a hibás jelek előfordulása, ami a jelvezetés átmeneti kieséséből adódhatott. Problémát okozott az is, hogy a jelvezetésbeli hibákat csak a műszer leszerelése és az adatok számítógépbe történő bevitele után láthattuk, így több esetben is előfordult, hogy egy-egy egyed teljes mérési adata sorát hibásnak, ezáltal használhatatlannak bizonyult. Ennek kiküszöbölésére, a jelek regisztrációjával párhuzamosan zajló monitorozhatóság lenne a megoldás. Egy átmeneti

jelhiány (pl. valamelyik elektróda leválása) azonnali korrekciót tenne lehetővé.

Az ISAX rendszer adatelemző programcsomagját csak részben tudtuk alkalmazni. Az adatok számítógépbe történő beolvasása után a szoftver az RR szakaszokból lineáris interpoláció segítségével időfüggvényt készít, majd ezt a számítógép képernyőjén is megjeleníti. Az RR adatsor vizuális megjelenítésével lehetőségünk volt arra, hogy még az adatelemzés korai szakaszában felfedezzük és kiszűrjük a hibás szakaszokat. A 3.3-as vizsgálatban az 1 mp-re átszámított RR értékekkel dolgoztunk, ami lehetővé tette a hanginger hatására jelentkező szívritmus válaszok másodpercről másodpercre történő nyomon követését. Ugyanakkor a másik két vizsgálatban, melyekben a szívritmus-variancia elemzését is el akartuk végezni, az eredeti RR értékeket használtuk fel. Az adatelemző program azon része, amely a szívritmus-variancia spektrális elemzését teszi lehetővé számunkra nem volt felhasználható, mivel az elemzés alapfeltétele a legalább 2 perces folyamatos RR sorozat megléte (Task Force, 1996). Ez azt jelenti, hogy a kutyáknak minimum 2 percen keresztül folyamatosan azonos tevékenységet kellett volna végezni anélkül, hogy a viselkedésük akár rövid időre is megváltozott volna. Ennek teljesítésére jelen vizsgálatainkban nem volt lehetőségünk.

#### **4.1.2 A mozgási aktivitás és a különböző testhelyzetek hatása a kutyák szívritmusára**

Az első kísérletben arra kerestük a választ, hogy a különböző testhelyzetek ill. egy lassú, folyamatos mozgás mennyiben befolyásolja a kutyák szívritmusát. A szakirodalomban közölt, hasonló jellegű megfigyelések általában úgy zajlottak, hogy az állatok spontán viselkedésének nyomon követésével végeztek folyamatos EKG mérést (pl. sertés: Marchant és mtsi., 1997; rhesus makákó: Major, 1998; rénszarvas: Eloranta és mtsi., 2002; szürke lúd: Wascher és mtsi., 2008a), majd az adott viselkedésformákhoz tartozó RR szakaszokat értékelték. A kutyákkal kapcsolatos hasonló jellegű közléssel nem találkoztunk. A spontán viselkedés folyamatos nyomon követése helyett azonban azt a megoldást választottuk, hogy jól szocializált, a gazda utasításait követő kutyák esetében, egy előre meghatározott protokoll szerint végezzük a méréseket. Miután egy adott viselkedésforma közben jelentkező szívritmus befolyásolhatja a következő viselkedésformában jelentkező értékeket is (Marchant és mtsi., 1997), az alanyokat - két különböző viselkedési sorrendet felállítva - kétszer teszteltük le. Az eredményeink alapján elmondható, hogy a kutyák szívritmusa a különböző testhelyzetekben eltérő volt, a legalacsonyabb értékeket a fekvés közben regisztráltuk. A lassú járás hatására az egyedek szívritmusa lényegesen megemelkedett. Ez egybevág más vizsgálatok eredményeivel, melyekben azt tapasztalták, hogy a mozdulatlan (pl. álló, fekvő) állatok

szívritmusa lényegesen alacsonyabb, mint a mozgó állatoké (Marchant és mtsi., 1997; Webster és Jones, 1998; Eloranta és mtsi., 2002; Wascher és mtsi., 2008a). A kutyákon végzett azon mérések esetében, ahol a szívrítmus méréssel párhuzamosan folyamatos viselkedési megfigyeléseket is végeztek, az egyedek általános fizikai aktivitásának fokozódásával szintén a szívrítmus emelkedése volt tapasztalható (Van Citters és Franklin, 1969; Palestirini és mtsi., 2005; Fallani és mtsi., 2007; Hampson és McGowan, 2007). Az eredmények felhívják a figyelmet arra, hogy azokban a vizsgálatokban, ahol különböző pszichés és kognitív folyamatok háttérében álló élettani vizsgálatok során szívrítmus paraméterekkel dolgoznak, a fizikai aktivitás nyomon követése és esetleges hatásának értékelése elengedhetetlen.

A szívrítmus-variancia tekintetében az egyes testhelyzetek és a séta között - várakozásainkkal ellentétben - nem találtunk különbséget. A jelenség háttérében az igen nagy egyedi eltérésekből adódó magas szórás állhatott. Feltételezhető az is, hogy – függetlenül a testhelyzettől - az alanyok általános figyelmi ill. pszichés állapotának (pl. félelem) különbségei a variancia további egyedi eltéréseihez vezethettek (lásd később).

A viselkedés-élettani vizsgálatok többségében azonos nemű és korú (és háziállatoknál azonos fajtájú) egyedekből kialakított csoportokkal dolgoznak. Ennek egyik fő oka az esetleges nem- és a korhatásból adódó eltérések kiküszöbölése. Nálunk az alanyok különböző életkorúak, és fajtájúak voltak ill. mindkét nem képviseltette magát. Mind a szívrítmus, mind pedig a szívrítmus-variancia tekintetében igen jelentős egyedi eltéréseket tapasztaltunk. Azoknak az állatoknak, melyeknek a szívritmusa magasabb volt pl. fekvés közben, magasabb volt a többi szituációban (pl. üléskor, járáskor vagy az orientáció közben) is. Hasonlóan más szerzőkhöz (pl. : Olssen és mtsi., 1998; Visser és mtsi., 2002; Rietmann és mtsi., 2004) úgy találtuk, hogy az egyedek neme sem a szívrítmusukat sem a szívrítmus-varianciájukat nem befolyásolta, bár Olssenék a szívrítmus-variancia esetünkben is vizsgált egyik paramétere (SDNN) vizsgálatukban némileg magasabb volt a kanok esetében. Az egyedi eltérések háttérében álló okok között az életkor (lásd pl. kutya: Fallani és mtsi., in prep; makákó: Major 1998), az edzettség (lásd pl. kutya: Stephien és mtsi., 1998; Fallani és mtsi., 2007; ló: Visser és mtsi., 2002) és a fajta (lásd pl. juh: Goddard és mtsi., 2000; kutya: Doxey és Boswood, 2004; Fallani és mtsi., 2007) hatásai is szerepelhettek. További jelentős eltéréseket okozhatott a szívrítmusban és a szívrítmus-varianciában az egyedek eltérő temperamentuma is (lásd pl. kutya: Newton és Lucas, 1982; Vincent és Leahy , 1997; Olsen és mts-i 1999; ló: Visser és mtsi., 2002; sertés: Geverink és mtsi., 2002; szarvasmarha: Minero és mtsi., 2001).

## 4.2 A figyelmi állapot változásának hatása

A kísérletek során többször is előfordult, hogy a kutyák olyan helyzetbe kerültek, hogy a figyelmüket hosszabb időn keresztül egy adott dolog felé irányították. Ezt elsősorban a fejük adott irányba történő orientációja jelezte.

A labdára történő orientáció alatt a szívritmus egyedenként eltérő mértékben és irányban változott meg, és ez az ismételéssel is stabilnak bizonyult. A jelenség háttérében álló egyik mechanizmus az orientációs reakció lehet, ami jellemzően a gyenge ill. új ingerek hatására jelenik meg (Graham és Clifton, 1966). Az orientációs reakció a vágusz tónus növekedése révén szívritmus csökkenéssel jár (Porges, 1995b). A csecsemők vizuális figyelmének mérésekor kimutatták, hogy annak alapvetően 3 szakasza van, melyek jellemző viselkedési és szívritmus változásokkal járnak. Az első szakaszban történik az ingerre történő orientáció, a másodikban a figyelem fenntartása, a harmadikban pedig a figyelem megszűnik (Richards, 1997). A nyugalmi időszakban mért értékekhez képest, a fenntartott figyelem közben a csecsemők szívritmusa folyamatosan alacsonyabb volt. A figyelem megszűnését a szívritmus normalizálódása jelezte, ami nem feltétlenül járt együtt a vizuális fixáció abbamaradásával. A mi esetünkben, kb. az alanyok felénél történt szívritmus csökkenés a labdára történő orientáció közben. Feltételezésünk szerint, ezeknél a kutyáknál ez a változás az orientációs reakció illetve a fenntartott figyelem eredménye volt. Az alanyok több mint negyedének a szívritmusa mindkét alkalommal megemelkedett. A háttérben álló lehetséges mechanizmusok közül, a szívritmus emelkedéssel járó defenzív reakciót esetünkben nem tartjuk valószínűnek. Egy másik lehetséges magyarázatként szolgálhat az, hogy az állatok a labda eldobása utáni akcióra készültek, és ez okozta a jelenséget. Wascher és munkatársai (2008a) megfigyelték, hogy a szürke ludak szívritmusa közel 20 mp-el a felrepülés előtt is már jelentősen megemelkedett, amit a viselkedési aktivitás fokozódása önmagában nem indokolt. Ez a szívritmus emelkedés a kutatók véleménye szerint részben az emocionális izgalmat részben pedig az akcióra való „fiziológiai felkészülést” tükrözte. Hasonló – a fizikai aktivitás fokozódásával nem indokolható – szívritmus emelkedést tapasztaltak a szánhúzó kutyáknál is a verseny kezdete előtti utolsó pillanatokban (Van Citters és Franklin, 1969). Három egyednél a változások ellentétes irányúak voltak a 2 ismételt mérés során. Érdeemes lenne a későbbiekben részletesen is megvizsgálni azt, hogy egy adott szituációhoz köthető - fizikai aktivitástól független - szívritmus változások egyedi eltéréseit mi okozhatja.

Az orientáció közben kivétel nélkül, minden egyednél szívritmus-variancia emelkedést tapasztaltunk. Désiré és munkatársai (2004), szintén jellemző szívritmus-variancia növekedést

észleltek a bárányoknál, egy új tárgyra történő orientáció alatt, ami a vegetatív hatások fokozódását jelzi ebben az időszakban. Egyik feltételezésünk az, hogy a kutyák légzése változhatott meg az adott időszak alatt. Embereknél a légzés gyakorisága, mélysége és szabályossága is befolyásolja a szívritmus-varianciát. A légzési frekvencia csökkenése és a légzési térfogat növekedése egyaránt a szívritmus-variancia emelkedéséhez vezet, míg a szívritmusban ezek a változások nem tükröződnek (Brown és mtsi., 1993). A szabályozott légzés - a paraszimpatikus hatás erősödése révén - szintén megnöveli a varianciát (Dionne és mtsi., 2002).

Az hogy a kutyák valamilyen irányban hosszabb időn át orientáltak (akár a szeparációkor az ajtó irányába; a fenyegető idegen közeledésekor; vagy a hangbejátszáskor a hangforrás irányába), más esetekben is megfigyelhető volt. Ezek részletesebb tárgyalására a későbbiekben még kitérünk.

#### **4.3 A különböző szociális hatások**

Az agy és a szív dinamikus visszacsatolós kapcsolatban áll egymással, melynek révén a különböző pszichés állapotok kialakításában és fenntartásában mindkét rendszer részt vesz (Porges, 1995b). Ahogyan a szociális gerincesek számára a fajtársak hiánya, vagy az azoktól származó ingerek a leghatékonyabb stresszorok közé tartozhatnak, úgy a társak stressz csökkentő hatása is igen jelentős lehet (De Vries és mtsi., 2003) az egyed számára.

##### **4.3.1 A gazdától történő szeparáció hatása**

A szociális vonzódást mutató állatoknál az anya vagy a partner eltávolítása, a viselkedési szintű stresszválaszok megjelenése mellett jellemző élettani változásokat is indukálhat. A szeparáció hatására mindkét stressz adaptációban résztvevő rendszer működése fokozódhat. A HPA tengely aktivitásának növekedésével megemelkedik a kortikoszteroid szint (Mendoza és Mason, 1986; Hennessy és Moorman, 1989; Boissy és Le Neindre, 1997; Norcross és Newman, 1999), a SAM tengely aktivitásának fokozódását a szívritmus emelkedése (Moons és mtsi., 2005; Stěhulová és mtsi., 2008) jelzi. A HPA tengely aktivitásának fokozódása (kortizolszint emelkedés) azonban úgy tűnik, függ attól, hogy az elválasztott egyed mutat-e valós érzelmi kötődést a másik egyeddel szemben. Amennyiben nem, a hormonális válasz csekély mértékű vagy el is maradhat (Hennessy, 1997).

A korábbi vizsgálatok igazolták, hogy a kutyák képesek kötődést kialakítani a gazdájuk iránt, melynek számos viselkedési szintű megnyilvánulása van. A Topál és

munkatársai (1998) által adaptált Idegen Helyzet Teszt révén lehetőség nyílt a kutya-gazda kötődés sajátosságainak etológiai módszereken alapuló vizsgálatára. Ezek alapján a kutyák kötődési mintázatának alapvető jellegzetességei közé tartozik a “gazda” megkülönböztetésének képessége, közelségének keresése, és szeparációkor a viselkedési szintű szeparációs stressz kialakulása ill. újra találkozáskor ennek megszűnése (“biztonságos bázis” hatás).

Kísérleteinkben a szeparációs stresszel járó szívritmus válaszokat több helyzetben is értékeltük. Minden alkalommal ügyeltünk arra, hogy a kutyák mozgási aktivitása minél kisebb legyen, ezért az egyik esetben a kutyát a kísérletvezető pórázon tartotta maga mellett, amíg a gazda távol volt. A másik esetben a kutya teljesen egyedül maradt a helyiségben, de egy hosszabb pórázzal akkor is kikötöttük a szoba egy meghatározott pontján. A kiértékeléskor csak olyan RR adatsorokat elemezzünk, melyek regisztrálása közben az alanyok mozgási aktivitása minimális volt. A várakozásainkkal ellentétben, mindkét alkalommal azt tapasztaltuk, hogy a kutyák szívritmusa nem változott meg lényegesen a gazda távozásakor. A szakirodalomban közölt, a szeparációkor tapasztalt szívritmus emelkedést esetünkben nem lehetett kimutatni. Miután a szívritmus változásait a pszichés hatások mellett nagymértékben befolyásolja a mozgás is, a szeparációs stressz közben jelentkező pszichés komponens és a mozgási komponens elválasztása a szabadon mozgó állatoknál általában nehézségekbe ütközik. Általános megoldásként, a mozgási aktivitást (viselkedést) és a szívritmust külön-külön kezelve hasonlítják össze a szeparációt megelőző és a szeparáció alatti értékeket, és ezek relatív különbségeiből következtetnek a pszichés stressz okozta szívritmus válaszokra (Moons és mtsi., 2005; Palestrini és mtsi., 2005; Fallani és mtsi., 2007). Ezen eredmények alapján, a szociális szeparáció által okozott stressz szívritmus emelkedéshez vezet. Az effajta összehasonlítás azonban azzal a veszéllyel jár, hogy bizonyos viselkedésformák szívritmust befolyásoló hatását alul- vagy túlértékelik, és miután az egyes akciók pontos energia igénye általában nem ismert, így a szívritmusra gyakorolt hatásuk sem egyértelmű. A különböző szituációk összehasonlításakor elképzelhető, hogy míg az egyedek aktivitásában nem tudnak statisztikailag igazolható változást kimutatni, addig egy kisebb mozgásváltozás már önmagában elég lehet ahhoz, hogy az a szívritmus értékek statisztikai eltérését eredményezze. Ezen túlmenően – bár a szívritmust nem csak a mozgás maga, hanem annak intenzitása is befolyásolhatja (lásd pl. Hampson és McGowan, 2007) –, a különböző aktivitások intenzitását általában nem veszik figyelembe. Ez azután ahhoz vezethet, hogy a pszichés/kognitív hatásokat hibásan értékelik. A kérdésre talán egy olyan fajta monitorozás adna megnyugtató választ, ahol nem a mérési időszakra kiszámolt szívritmus átlagokkal

számolnak, hanem egy hosszabb távú mérés során a viselkedési sorozat azon szakaszaiban értékelik a szívritmust, ahol a szeparált egyed fizikálisan inaktívnak mutatkozik. Ezt azután össze lehetne vetni a fajtársaival együtt lévő, nem mozgó állat szívritmusával.

A szeparációs stressz a kutyák Idegen Helyzet Tesztjében általános aktivitás csökkenéssel, időnként jellegzetes vokalizációval, a távozó gazda által használt kijárat irányába történő orientációval járt (Topál és mtsi., 1998, 2005; Palestrini és mtsi., 2005; Fallani és mtsi., 2007). Fallani és munkatársai (2007) már felvetették annak a lehetőségét, hogy a “vártnál” kisebb szívritmus emelkedés hátterében az orientációs reakció szívritmus csökkentő hatása állhatott. Véleményünk szerint az orientációs reakció ebben a helyzetben lényegesen elfedi a szeparációs stressz szívritmusra gyakorolt élettani hatását. Ezt a feltételezésünket arra alapozzuk, hogy a különböző szeparációs helyzetekben a kutyák szívritmus-varianciája jelentősen megemelkedett a hasonló mozgási aktivitással járó fázisokhoz képest. Az orientációs viselkedést ugyan önmagában nem kódoltuk ezekben az időszakokban, de mi is tapasztaltuk azt, amit az Idegen Helyzet Tesztekben általánosan tapasztalható: a kutyák a szeparáció alatti megfigyelési időszak jelentős részében az ajtó felé orientáltak. Miután az orientációt külön vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy ez a viselkedésforma markáns szívritmus-variancia emelkedést okoz, úgy gondoljuk, hogy a szeparációban is tapasztalható szívritmus-variancia emelkedés annak volt köszönhető, hogy ezalatt az időszak alatt a kutyák az ajtón kifele “figyeltek” a távozó gazda után. Miután egyik olasz kutatócsoport (Palestrini és mtsi., 2005; Fallani és mtsi., 2007) sem értékelte a szívritmus-variancia változásait, ők az orientáció szívritmust érintő hatását nem tudták egyértelműen igazolni a szeparációkor. Feltételezéseink szerint, az általunk alkalmazott, viszonylag rövid ideig (2-3 perc) tartó szeparáció – részben a kísérleti elrendezésből, részben pedig az idő rövidegéből adódóan – nem alkalmas a szívritmusban jelentkező élettani stressz kimutatására.

Érdekes, hogy a “figyelmi” komponens nem volt kimutatható akkor, amikor a kísérletvezető simogatta a kutyát. Az eredetileg nyugtatásra szánt fizikai kontaktus éppen ellentétes hatást ért el. Az alanyok szívritmusa jelentősen megnőtt, a szívritmus-variancia átlagos értéke pedig hasonló volt ahhoz az értékhez, amit a gazda jelenlétében kaptunk. A jelenségre két alapvetően eltérő magyarázatot tartunk valószínűnek. Az egyik lehetséges ok a szívritmus emelkedésre, a kísérletvezető érintése által okozott stressz. Az állatok simogatásra mutatott reakciói nagymértékben függnék attól, hogy milyenek az emberrel kapcsolatos korábbi tapasztalataik. Amennyiben kevés vagy negatív tapasztalatuk van, az emberi érintés szívritmus emelkedéshez vezethet vagy legalábbis nem hat nyugtatóan egy potenciálisan



veszélyes helyzetben (Waiblinger és mtsi., 2004; 2006), míg a korábbi pozitív tapasztalatok alapján stresszcsökkentő hatása is lehet (Hargreaves és Hutson, 1990; Hennessy és mtsi., 1998; Waiblinger és mtsi., 2004). A kutyák esetében a simogatás hatása szintén egyedenként eltérhet. A félénkségre szelektált pointerek szívritmusa az emberi érintésre megnőtt, míg a normál egyedeknél szívritmus csökkenést tapasztaltak (Newton és Lucas, 1982). Kostarczyk és Fonberg (1982a) a simogatást a kísérleti kutyák egy részénél pozitív megerősítőként tudta használni, de néhány egyed számára a simogatás averzív volt, és túl azon, hogy nem volt hatékony megerősítő, még szívritmus emelkedést is okozott. Menhelyi kutyáknál a simogatással a vérvétel által előidézett stresszt tudták csökkenteni (Hennessy és mtsi., 1998). Amennyiben tehát a kutyák a korábbi tapasztalataik (pl. borotválás) miatt féltek a kísérletvezetőtől, ez szívritmus emelkedést okozhatott náluk. A simogatás valószínűleg elterelte a figyelmüket is, hiszen az orientációs reakcióval együttjáró szívritmus-variancia emelkedést ilyenkor nem lehetett kimutatni. Egy másik lehetséges magyarázat, hogy a simogatás hatására gyengülő orientációs reakcióval párhuzamosan a szeparációs stressz hatása felerősödött, és ennek eredményeként következett be a szívritmus emelkedése. Miután a simogatásból adódó esetleges stressz és a szeparációs stressz hatás ebben a kísérleti elrendezésben nem volt szétválasztható, a kérdés megválaszolatlan marad. Az is elképzelhető, hogy mindkét hatás egyszerre jelentkezett. Egy szisztematikus, a simogatás hatásait elemző vizsgálattal érdemes lenne a későbbiekben feltárni azt, hogy a kutyáknál is megfigyelhető-e a simogató személyének élettani szintű megkülönböztetése. Ezzel kapcsolatban már vannak előzetes eredmények, menhelyi kutyáknál azt tapasztalták, hogy a nők által simogatott kutyák viselkedési válaszai eltérőek voltak - többet ásítottak és kevesebb kitörési viselkedést mutattak -, mint a férfiak által simogatott kutyák. Ugyanakkor a simogató ember neme nem befolyásolta a stressz helyzetben jelentkező kortizol válaszokat (Hennessy és mtsi., 1998). Szintén a simogatás pozitív, stressz csökkentő hatását igazolták Horváth és munkatársai (2008). A gazdájukkal játszó rendőr és határőr kutyák kortizol válaszai eltértek a játék hatására. Az idős rendőr kutyákkal ellentétben, a határőrkutyák kortizol szintje a játék következtében lecsökkent, aminek okát a szerzők az eltérő gazda-kutya kapcsolatban látták. A határőrkutyák gazdái a játék közben barátságosabban bántak az állatokkal, többek között gyakrabban is simogatták kutyáikat.

Az averzív szituációkban mérhető szívritmus változások nem feltétlenül járnak együtt viselkedési változásokkal. Ilyen esetekben a fiziológiai paraméterek lehetnek az emocionális aktiváció és izgalom egyedüli jelzői. Jó példa erre a különböző kötődési típusokba sorolható babák viselkedésének és szívritmusának alakulása. Mint az már korábban is említésre került,

az anya-csecsemő kötődés minőségének IHT-beli vizsgálatakor kiderült, hogy a szeparációs helyzetben a szívritmus emelkedés mértéke pont azoknál a babáknál volt a legjelentősebb, akik nem mutatták a stressz jeleit, nem sírtak az anyjuk távollétében. Ezeknél az elkerülő, „nem-sírós” babáknál a szívritmus, a szülő visszatérte után is magas maradt (Sroufe és Waters, 1977; Spangler és Grossmann 1993).

A szeparációs stressz az állatoknál gyakran jár jellegzetes vokalizációval (pl. ló: Moons és mtsi., 2005, szarvasmarha: Rushen és mtsi., 2001; Boissy és Le Neindre, 1997; sertés: Ruis és mtsi., 2001). Bizonyos esetekben a vokalizáció ugyan megfigyelhető, ami azonban nem feltétlenül jelenti az élettani szintű aktivációt is. A közönséges selyemmajmoknál és a tengerimalacoknál a szociális izolációban az egyedi vokalizációk száma független volt a kortizolszint emelkedésének mértékétől (Norcross és Newman, 1999; Hennessy és Moorman, 1989). Az élettani stressz válaszokat az is befolyásolhatja, hogy a szeparáció milyen körülmények között történik. Amikor a fiatal tengerimalacok anyját eltávolították a csoportból, de a kolónia többi tagja körülöttük maradt, az igen élénk distressz vokalizáció ellenére sem tapasztaltak náluk kortizolszint emelkedést, szemben a teljes izolációban mért hormonválasszal (Wewers és mtsi., 2003).

Kíváncsiak voltunk arra, hogy a szeparációs helyzetben, a viselkedésükben reaktívnak mutató kutyák szívritmus válaszai eltérnek-e, a viselkedési szintű reaktivitást nem mutató egyedekétől.

A második kísérletben, a teljes szeparáció során a kutyák több mint fele vokalizált (nyüsztelt vagy ugatott), míg a többiek végig csendben voltak. Ennek alapján két csoportra osztottuk őket: vokalizáló és nem-vokalizáló egyedekre. Miután a szeparációban a kutyák szívritmusa nem változott meg, csak a szívritmus-variancia alakulását vizsgáltuk meg a két csoport esetében. A vokalizáló kutyáknál jelentős szívritmus-variancia (SDNN) emelkedést tapasztaltunk a gazda távollétében, míg a nem-vokalizáló kutyáknál az SDNN értékét a gazda jelenléte nem befolyásolta. Az eredmény arra utal, hogy a vokalizáló kutyák vegetatív aktivitása (véleményünk szerint a paraszimpatikus hatás) jelentősen megemelkedett a szeparáció idején, ami a figyelmi állapot erősödését jelzi ennél a csoportnál. A nem-vokalizálóknál ez a „figyelmi” komponens kevésbé volt jelentős. Ez azt jelentheti, hogy a vokalizáló egyedek egyúttal „jobban figyeltek” kifele is, mint nem vokalizáló társaik.

#### **4.3.2 A fenyegető idegen hatása a gazda jelenlétének függvényében**

A fenyegető módon közelítő idegen igen markáns hatással volt a kutyák szívritmusára. Akár a gazda jelenlétében, akár annak távollétében történt a „fenyegetés”, a kutyák szívritmusa

lényegesen megemelkedett. Egy lényeges különbséget azonban tapasztaltunk a két helyzet között, a gazda jelenlétében a kardiális válaszok kisebb mértékűek voltak. Ez egyértelműen a gazda biztonságot nyújtó hatását jelzi. Miután – a vokalizáláson kívül - egyéb viselkedési megnyilvánulások a szívritmust nem befolyásolták (hiszen a célunk éppen az volt, hogy a kutyák mozgási aktivitását minimalizáljuk, ill. az adatok feldolgozásakor is olyan RR szakaszokkal dolgozzunk, melyekben a fizikai komponens minimális mértékű volt), jelen kísérletünkkel a kötődési kapcsolat egyik jellegzetes komponensének élettani szintű háttérét is sikerült kimutatnunk a kutyáknál. A kötődési kapcsolat egyik lényeges eleme éppen az, hogy az anya, vagy akivel szemben a kötődés megnyilvánul, védelmet nyújtson a környezetből származó potenciális veszélyekkel szemben, megnyugtassa az egyedet. A biztonságosan kötődő csecsemőknél, kötődési személy “biztonságos bázis” hatásának élettani paraméterekkel mérhető jele volt, hogy a szülővel való újratalálkozásakor a szívritmus csökkenését tapasztalták (Sroufe és Waters, 1977). Az embereknél a kötődés hiánya, vagy nem megfelelő volta - a rövid távú élettani hatásokon túl -, hosszútávon is kihathat az egyedi stressz érzékenységre (Maunder és Hunter, 2001).

Az alanyok szívritmus-variancia értékei is megváltoztak azokban az epizódokban, ahol a fenyegető idegen jelen volt. Az SDNN csökkenése azonban csak a szeparációs helyzetben volt jelentős, a gazda jelenlétében nem tapasztaltunk hasonló változást. Feltételezzük, hogy az SDNN nagymértékű csökkenését a szeparációkor az okozhatta, hogy míg a magukban lévő kutyák az ajtóra orientáltak és a figyelmi állapotuk erősödése az SDNN növekedését eredményezte, addig a belépő idegen hatására az orientáció csökkent, és helyette megjelent a szívritmus emelkedéssel járó, defenzív reakció.

A fenyegető idegen közelítésekor a kutyák viselkedése egyedenként eltérő módon változhat meg. Vas és munkatársai (2005) ennek alapján 5 különböző viselkedési kategóriát állítottak fel: “passzív”, “barátságos”, “passzív elkerülő”, “aktív elkerülő” és “fenyegető”. Az “aktív elkerülő” és “fenyegető” csoportokba tartozó egyedek a fenyegető idegen közeledésére általában jellemző vokalizációval reagáltak (ugattak és/vagy morogtak). Esetünkben a fenyegetéskor, hasonlóan a szeparációhoz, ismételten megfigyelhető volt, hogy bizonyos egyedek vokalizáltak (ugattak és/vagy morogtak) a feléjük közelítő ember jelenlétében. Ennek értelmében újra 2 csoportra osztottuk őket - vokalizálókra és nem-vokalizálókra - és külön-külön is megvizsgáltuk a szívritmusok és az SDNN-k alakulását. Azt tapasztaltuk, hogy az alanyok közül csak a vokalizáló egyedek szívritmusa emelkedett meg lényegesen a fenyegetés hatására, azonban a gazda jelenléte a változást némileg tompította. Különbséget tapasztaltunk a két eltérő sorozatban tesztelt állatok eredményei között is. Azok az alanyok, melyek elsőre a

gazda jelenlétében találkoztak a fenyegető idegennel, kevésbé mutatták a szeparációban történő fenyegetéskor az élettani stressz jeleit (szívritmus emelkedés), mint amelyek először egyedül találkoztak az idegennel. A viselkedési szinten nem-reaktív kutyáknál a fenyegető idegen szívritmusra gyakorolt hatását nem tudtuk igazolni. Feltételezéseink szerint a nem-reaktív kutyák vagy egyáltalán nem féltek az idegentől, amit a viselkedésük és a szívritmusuk is alátámasztani látszik, vagy pedig egy másik fajta megküzdési stratégiát alkalmazó csoportról van szó. Elképzelhető, hogy a vizuális jelzések finomabb elemzése (pl. fülek állása, farok tartás, csóválás) további információkkal szolgálhatna a kérdést illetően.

A szívritmus-variancia válaszok a fenyegetéskor vokalizáló és nem-vokalizáló egyedeknél szintén eltérőek voltak. A reaktív, vokalizáló egyedek SDNN értékei a fenyegetés hatására nagymértékben lecsökkentek és a csökkenés mértékét a gazda jelenléte mérsékelte. A nem reaktív kutyáknál az SDNN értékeket a fenyegetés nem befolyásolta, viszont a gazda jelenléte szignifikánsan csökkentette. Amennyiben igaz az a feltételezésünk, hogy a szívritmus-variancia mértéke – legalábbis részben - a figyelmi állapot függvénye, a fenyegetéskor reaktív kutyák orientációját inkább a fenyegető idegen jelenléte befolyásolhatta, a nem reaktívokét pedig a gazda jelenléte. Ugyanakkor fontos azt is szem előtt tartani, hogy a szívritmus és az SDNN változásai nem függetlenek egymástól. A szívritmus emelkedése általában az SDNN csökkenésével jár együtt (Olsen és mtsi., 1999; Hagen és mtsi., 2005).

A vokalizáló és nem-vokalizáló egyedek eltérő kardiovaszkuláris válaszai felhívják a figyelmet arra az általános jelenségre, hogy a csoportokra számolt átlagértékek gyakran elfedhetik a háttérben álló jelentős egyedi eltéréseket, melyek egyben eltérő egyedi megküzdési stratégiákat is jelezhetnek (Koolhaas és mtsi., 1999). A fenyegetéskor vokalizáló kutyákra jellemző szívritmus emelkedés az aktív megküzdő (proaktív) stratégiát jelezheti ezeknél az egyedeknél, ami stressz helyzetben inkább a szimpatoadrenális (SA) rendszer aktivációjával jár együtt. A nem-vokalizáló kutyák pedig a passzív megküzdő (reaktív) stratégiájú egyedeket képviselhetik. A reaktív egyedekre általában az jellemző, hogy szervezetükben a hipotalamusz-hipofízis-mellékvesekéreg (HPA) rendszer működése fokozottabb (Koolhaas és mtsi., 1999). A reaktív (passzív küzdő) egyedeknél a HPA tengely működésének fokozódását a szívritmus változásai kevésbé tükrözik, az ő esetükben a kortizol szint változása (emelkedése) figyelhető meg a stressz hatására. Horváth és munkatársai (2007) rendőrkutyák fenyegető közelítésre adott viselkedési és hormonális (kortizol) válaszainak vizsgálatakor 3 megküzdési stratégiájú csoportot tudtak megkülönböztetni. A proaktív egyedek jellemzően agresszív módon reagáltak, sokat ugatták a közelítő személyt, de a

kortizol szintjükben nem tapasztaltak változást. A reaktív és ambivalens típusba sorolt alanyok viselkedésére inkább az elkerülő, félelmi reakciók voltak jellemzőek, keveset ugattak, viszont a kortizol válaszaik lényegesen erőteljesebbek voltak a teszt során. Amennyiben sikerülne igazolni, hogy a nem-vokalizáló kutyáknál a fenyegetés hatására megemelkedik a plazma kortizol szintje, akkor ez alapján elvethetnénk annak a lehetőségét, hogy ezek a kutyák nem féltek a fenyegető közelítéstől.

#### **4.4 A fajspecifikus vokalizáció vizsgálata**

Az állati kommunikációs jelek vizsgálatának egyik központi kérdése a jelzések jelentésének és funkciójának feltárása. Ennek egyik lehetséges módja az, hogy az adó egyed jelzése által közvetített információt oly módon próbálják értelmezni, hogy megnézik a vevő egyed viselkedési válaszát (Rendall és mtsi., 1999). Viszonylag ritkán alkalmazott módszer ilyen esetben, a viselkedési válaszok megfigyelésével párhuzamosan zajló szívritmus mérés (Bernston és Boysen, 1989; Nakagawa és Waas, 2001).

A szívritmus mérése révén sikerült kimutatnunk, hogy a kutyák különbséget tudnak tenni a különböző szituációkból származó ugatások között. Az utóbbi időkig csak arra vonatkozólag voltak eredmények, hogy az emberek képesek a különböző ugatás típusok megkülönböztetésére (Pongrácz és mtsi., 2005; 2006). A legfrissebb kutatások – hasonlóan a mi eredményeinkhez – azonban azt is alátámasztották, hogy a kutyák is képesek erre a fajta különbség tételre. A különböző helyzetekben rögzített ugatások megkülönböztetésén túl a kutyák – szemben az emberekkel (Molnár és mtsi., 2006) - a különböző egyedektől származó hangokat (ugatásokat) is el tudják különíteni (Molnár és mtsi., 2009, benyújtott kézirat), és az is kiderült, hogy a különböző helyzetekben felvett morgásokat is megkülönböztetik (Faragó és mtsi., 2009, benyújtott kézirat).

A felvett hangok visszajátszása, az állatok vokális kommunikációjának vizsgálatakor széles körben alkalmazott módszer. Előnye, hogy az adó egyed egyéb jellemzői (pl. látványa vagy illata) nem befolyásolják a vevő egyed viselkedését. A fajspecifikus vokalizációkra mutatott viselkedési reakciók értékelésekor vagy az állatok adott hangra mutatott orientációs válaszait elemzik (pl. Weiss és mtsi., 2001; Weiss és Hauser, 2002; Sproul és mtsi., 2006) vagy pedig komplexebb viselkedési megnyilvánulásokból következtetnek a vokalizációk egyedekre gyakorolt hatására (pl. Zuberbühler, 2000; Manser és mtsi., 2002; Kiriazis és Slobodchikoff, 2006). Esetünkben a mozgási aktivitás kontrollja alapvető szempont volt, így a szívritmus méréssel párhuzamos viselkedés-elemzésben az orientációs válaszokat tudtuk

vizsgálni, hasonlóan Bernston és Boysen (1989) munkájához. Ez utóbbi kísérletben a kutatók a fajspecifikus vokalizációk csimpánzokra gyakorolt hatásának megfigyelésekor, a szívritmus mérés közben szintén alapvető szempontnak tartották az egyedek mozgási aktivitásának minimalizálását. A hangbejátszásokat akkor végezték, amikor az állatok teljes nyugalomban voltak, és a kiértékeléskor az esetleges erőteljesebb mozgások hatását is figyelembe vették.

A habituáció-diszkriminációs paradigma (Weiss és mtsi., 2001) alkalmazásával sikerült kimutatnunk, hogy a kutyák az azonos kontextushoz köthető ugatásokhoz élettani szinten habituálódnak és az újfajta kontextusból származó ugatásra diszhabituáció következik be a szívritmusukban. A habituáció egy igen finom élettani változásban volt észrevehető. Az első két ugatás bejátszásakor, a 20 másodperces mérési időszakban végig magasabb volt az alanyok szívritmusa, mint az azt megelőző csendes időszakban. Azonban a harmadik alkalommal, a szívritmusuk a bejátszási időszak második felére már lecsökkent. Az újfajta ugatáskor a diszhabituációt pedig az jelezte, hogy a 20 másodperces hanghatás alatt ismételten végig magas maradt a szívritmus értéke.

Az ugatás és a mechanikus zaj ismételt bejátszásakor eltérő szívritmus mintázatokat tapasztaltunk. Míg az ugatásra (“idegent ugat”) a kutyák szívritmusa minden esetben szignifikánsan megemelkedett az azt megelőző “csendes” időszakhoz képest, a zajok bejátszásakor nem tapasztaltunk ilyen változást. Azonban mindkét hangbejátszási sorozatban (ugatások ill. zajok), egy általános szívritmus csökkenést tudtunk kimérni a hangok ismétlése során. Szemben az ugatásokkal, az újfajta zaj esetében nem tapasztaltunk élettani diszhabituációt.

A kétféle hangra történő eltérő élettani válaszok a hangok funkcionális eltéréseit jelezhetik. Az “idegent ugatás”, mint fajspecifikus vokalizáció szívritmus emelkedéssel járó - véleményünk szerint - defenzív reakciót indukált az állatoknál. Az elsőként bejátszott vokalizáció (“idegent ugat”) egy olyan típusú hang volt, amit az emberek is agresszívebbnek értékeltek más ugatásokhoz képest (Pongrácz és mtsi., 2005). Ez a hang olyan akusztikus tulajdonsággal is bír (alacsonyabb frekvencia), ami a Morton szabályok szerint inkább az agresszióval hozható összefüggésbe. Elképzelhető, hogyha egy kevésbé agresszív szituációban rögzített ugatást (pl. “játékos ugatás”) játszottunk volna be nekik, a szívritmus változásaik is máshogy alakultak volna. Érdekes lenne megvizsgálni, hogy a különböző viselkedési helyzetekből származó ugatásokra adott szívritmus reakciók egy általános válasz mechanizmust tükröznek-e vagy van-e élettani szinten is megkülönböztethető különbség is az egyes helyzetek között. Érdekes azonban megjegyezni, hogy az ugatás a farkasoknál főként a támadással ill. a védekezéssel kapcsolatos helyzetekben jelenik meg (Schassburger, 1987),

ami élettani szempontból inkább a védekezési reakcióval állhat összefüggésben.

Esetünkben a szívritmus érzékenyebb paraméternek bizonyult, mint a viselkedés, ami főként a kísérleti elrendezésből adódhatott. A habituációs-diszkriminációs kísérletekben általában az ismételt bejátszásokat addig folytatják, amíg az egyedek orientációs válasza el nem tűnik, majd ekkor az újfajta hangra megjelenő orientációs válasz a hang megkülönböztetésének képességét jelzi (pl. Sproul és mtsi., 2006). Nálunk a vizsgálat elsősorban a szívritmus válaszok nyomon követését tűzte ki célként, amihez a többszöri, rövid hangbejátszásokat nem tartottuk célravezetőnek. Az, hogy az orientációs válaszok kevésbé jelezték a habituációt az is okozhatta, hogy viszonylag hosszabb idejű hanghatásoknak tettük ki a kutyákat. Bernston és Boysen (1989) a csimpánzok fajspecifikus vokalizációkra megjelenő szívritmus válaszait 15 másodperces időtartamokra vonatkozóan értékelték éppen azért, mert a különböző hanghatásokra megjelenő szívritmus válaszok időbeli lefutása is eltérő lehet. Ugyanakkor azt is megfigyelték, hogy egy adott hang tekintetében a többszöri, ismételt bejátszásra mutatott szívritmus mintázat is eltérő volt. Például a fenyegető vokalizációra eleinte csökkent az egyedek szívritmusa, majd a további bejátszások alatt nagymértékű emelkedést tapasztaltak. A kutyák esetében a 20 másodperces ugatáshossz nem ritka jelenség, gondoljunk csak arra, hogy sok kutya folyamatosan, akár több percen át is ugatja a kerítés mellett tartózkodó idegen embert vagy másik kutyát. Az ugatás és a mechanikus zajokra mutatott orientációs válaszok egy dologban, nevezetesen a reagáló egyedek számában alapvetően különböztek. Az első ugatásra az egyedek több mint  $\frac{3}{4}$ -e reagált, a zajra pedig kevesebb, mint a fele. Az ismételt bejátszások során minden esetben több kutyánál jelent meg az orientációs válasz az ugatásokra, mint a mechanikus zajokra.

Az általunk alkalmazott kísérleti elrendezésben a szívritmus mérés segítségével, az ugatás fajspecifikus hatásainak olyan háttérmechanizmusaira derülhet fény, ami a kutyák egymás közötti vokális kommunikációjának jobb megértéséhez vezethet. Úgy gondoljuk, hogy a módszer alkalmas lehet a többi fajspecifikus vokalizáció viselkedés-élettani szempontú vizsgálatára is.

A viselkedési megfigyelések mellett zajló szívritmus és szívritmus-variancia elemzések - módszertani nehézségeik ellenére - igen hasznos kiegészítői lehetnek a kutyákkal kapcsolatos etológiai vizsgálatoknak. Segítségükkel lehetőség nyílik olyan kérdések megválaszolására, melyekre a viselkedés elemzése önmagában nem nyújt elegendő információt.

## 4.5 Összefoglalás: új tudományos eredmények

1. Kimutattuk, hogy a kutyák testhelyzete már egy rövidebb idő távlatában (1-2 perc) is befolyásolja a szívritmusukat. A legalacsonyabb értékeket a fekvő pozícióban lévő kutyáknál mértük. A mozgási aktivitás fokozódása – lassú séta – szignifikáns szívritmus-emelkedést eredményezett. A szívritmus-variancia (SDNN) tekintetében nem találtunk hasonló eltéréseket az egyes testhelyzetek és a séta alatti mérések között.

Mind a szívritmus mind pedig a szívritmus-variancia értékek nagy egyedi eltéréseket mutattak, és időben stabilnak bizonyultak.

2. Azt tapasztaltuk, hogy a figyelmi állapot növekedése (kedvenc játékokra történő orientáció) egyedenként jellemző irányú és mértékű szívritmus változással jár, ami feltételezéseink szerint a kutyák eltérő helyzetértékeléséből adódhatott. Az élettani szintű orientációs válasz szívritmus csökkenést, az akcióra való felkészüléssel járó szimpatikus izgalom, pedig szívritmus emelkedést eredményezett az alanyoknál.

A szívritmus-variancia változása a szívritmus változás irányától függetlenül minden esetben azonos irányú volt. A labdára történő orientáció markáns szívritmus-variancia emelkedéssel járt, ami feltételezéseink szerint a megváltozott légzési módnak (mélyebb, egyenletesebb) volt az eredménye.

3. A szeparáció során várakozásainkkal ellentétben nem tapasztaltunk - a feltételezett szeparációs stresszre utaló - szívritmus emelkedést az alanyoknál. Érdekes módon, az eredetileg nyugtatásra szánt simogatás viszont szívritmus emelkedéssel járt a gazdájuktól elválasztott kutyáknál. A jelenség további vizsgálata eldöntheti azt a kérdést, hogy ez esetben a simogató idegennel szembeni averzió, vagy pedig a kifelé történő orientáció csökkenésével párhuzamosan előálló szeparációs stressz (esetleg mindkettő) állhat-e a jelenség hátterében.

A szeparáció mindkét kísérletünkben szívritmus-variancia növekedésével járt a kutyáknál. Véleményünk szerint ez esetben is - a távozó gazda utáni - orientáció velejárója volt az SDNN értékek emelkedése. Ugyanakkor a második kísérlet teljes szeparációja során kimutatható volt, hogy a változás csak a viselkedési szinten reaktív, distressz vokalizációt mutató kutyáknál figyelhető meg.

4. Az IHT módosított változatában a fenyegető idegen közelítése a kutyáknál szívritmus emelkedést és szívritmus-variancia csökkenést eredményezett. A változást ismételten csak a



fenyegetés alatt viselkedésükben reaktívnak mutakozó – vokalizáló – egyedeknél tudtuk kimutatni, míg a nem-vokalizáló kutyáknál nem tapasztaltunk hasonló élettani eltéréseket. A vokalizáló kutyák szívritmus változását a gazda jelenléte is befolyásolta, szeparációkor a növekedés erőteljesebb volt, mint a gazdás helyzetben, ami a “biztonságos bázis” hatás élettani igazolását jelenti.

A szívritmus változás, az idegennel való találkozás függvényében is eltérő volt a különböző egyedeknél. Azoknál a kutyáknál, amelyek elsőre a gazdájukkal jelenlétében találkoztak a fenyegető idegennel, a szeparációban már nem emelkedett meg annyira a szívritmusa, mint azoknak, amelyek először egyedül találkoztak vele.

**5.** Sikertől igazolnunk, hogy a kutyák - hasonlóan az emberhez – képesek különbséget tenni a különböző szituációkban felvett ugatástípusok között. Az egyféle szituációból származó ugatások ismételt bejátszása a kezdeti szívritmus emelkedés után élettani habituációhoz (szívritmus csökkenéshez) vezetett, míg az újfajta ugatás diszhabituációt (ismételt szívritmus emelkedést) okozott. A kontrollként használt mechanikus zajokra a kutyák szívritmus válaszaiban nem tapasztaltunk változást a bejátszás előtti állapotokhoz képest.

## 5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatások és a dolgozat elkészítésének anyagi háttérét az OTKA T043763, T047235 és T049615, az EU (FP6 NEST 0127787) és a MTA (F01/031) számú pályázatai valamint a Szent István Egyetem Környezet- és Tájgazdálkodási Intézete teremtették meg. Köszönöm témavezetőmnek, Dr. Miklósi Ádámnak, hogy lehetőséget teremtett számomra az Etológia Tanszék munkájához történő csatlakozásra, és végig kitartóan támogatott és segített a munka elvégzésben. Köszönettel tartozom Dr. Láng Eszternek és Dr. Slezsák Istvánnak, akik sokat segítettek az ISAX műszer megismerésében és használatában, Dr. Bárdos Györgynek, hogy segítségemre volt a szívritmus adatok feldolgozásában. Rengeteg szakmai segítséget kaptam továbbá az ELTE Etológia Tanszékének összes munkatársától és PhD hallgatójától. Külön köszönet Faragó Tamásnak és Sofie Sernekvstnek az adatok egy részének feldolgozásáért, Dr. Dóka Antalnak, aki a kezdetektől fogva rendíthetetlen nyugalommal volt segítségemre a műszer beüzemelésében, és általában mindenben. A munka nem készülhetett volna el a sok-sok gazda és kutyáik nélkül, akik a kedvemért befáradtak a tanszékre és türelemmel viseltettek az ISAX felszerelésekor és a tesztek során. Végül köszönöm családomnak, Péternek, Lucának, Kikinek, Ómának és Nagyinak, a rengeteg támogatást, megértést és türelmet.

## 6. IRODALOMJEGYZÉK

Ackerman, J.T., Takekawa, J.Y., Kruse, K.L., Orthmeyer, D.L., Yee, J.L., Ely, C.R., Ward, D.H., Bollinger, K.S., Mulcahy, D.M. (2004) Using radiotelemetry to monitor cardiac response of free-living Tule Greater White-fronted geese (*Anser albifrons elgasi*) to human disturbance. The Wilson Bulletin 116:146-151

Ainsworth, M.D.S., Blehar, M.C., Waters, E., Wall, S. (1978) Patterns of attachment: A Psychological Study of the Strange Situation. Erlbaum, Hillsdale, N.J.

Akselrod, S., Gordon, D., Madwed, J.B., Snidman, N.C., Shannon, D.C., Cohen, R.J. (1985) Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis. American Journal of Physiology 249:867-875

Albright, J. L., Arave, C. W. (1997) The behaviour of cattle. CAB International

Bachmann, I., Bernasconi, P., Herrmann, R., Weishaupt, M.A., Stauffacher, M. (2003) Behavioural and physiological responses to an acute stressor in crib-biting and control horses. Applied Animal Behaviour Science 82:297-311

Bálint, P. (1981) Orvosi élettan. Egyetemi tankönyv

Bárdos, Gy. (2003) Pszichovegetatív kölcsönhatások. Scolar Kiadó

Beerda, B., Schilder, M.B.H., Van Hoof, J.A.R.A.M., De Vries, H.W., Mol, J.A. (1998a) Behavioural, saliva cortisol and heart rate responses to different types of stimuli in dogs. Applied Animal Behaviour Science 58:365–381

Beerda, B., Schilder, M.B.H., van Hooff, J.A.R.A.M., de Vries, H.W., Mol, J.A. (1998b) Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction: II. Hormonal and immunological responses. Physiology & Behavior 66:43–254

Berntson, G.G., Boysen, S.T. (1989) Specificity of the cardiac response to conspecific vocalization in chimpanzees. Behavioral Neuroscience 103:235-245

Bevan, R.M., Woakes, A.J., Butler, P.J. (1994) The use of heart rate to estimate oxygen consumption of free-ranging black-browed albatrosses *Diomedea Melanophrys*. Journal of Experimental Biology 193:119–137

Blackwell, E.J., Twells, C., Seawright, A., Casey, R. (2008) The relationship between training methods and the occurrence of behavior problems, as reported by owners, in a population of domestic dogs. Journal of Veterinary Behavior 3:207-217

Boissy, A. (1998) Fear and fearfulness in determining behavior. In: Grandin, T. (Ed.) Genetics and the behavior of domestic animals. Academic Press

Boissy, A., Le Neindre, P. (1997) Behavioral, cardiac and cortisol responses to brief peer separation and reunion in cattle. Physiology & Behavior 61:693-699

Boissy, A., Manteuffel, G., Jensen, M.B., Moe, R.O., Spruijt, B., Keeling, L.J., Winckler, C., Forkman, B., Dimitrov, I., Langbein, J., Bakken, M., Veissier, I., Aubert, A. (2007) Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. Physiology & Behavior 92:375-397

Bolhuis, J. E., Schouten, W. G. P., Schrama, J. W., Wiegant, V. M. (2006) Effects of rearing and housing environment on behaviour and performance of pigs with different coping characteristics. Applied Animal Behaviour Science 101: 68–85

Bowlby, J. (1969) Attachment and Loss. vol. I. Attachment. New York, Basic Books

Boysen, S.T., Berntson, G.G. (1986) Cardiac correlates of individual recognition in the chimpanzee (*Pan troglodytes*). Journal of Comparative Psychology 100:321-324

Brown, T.E., Beightol, L.A., Koh, J., Eckberg, D.L. (1993) Important influence of respiration on human R-R interval power spectra is largely ignored. Journal of Applied Physiology 75: 2310-2317

Buzsáki, Gy. (1982) The "where is it?" reflex: autoshaping the orienting response. *Journal of the experimental analysis of behavior*. 37:461-484

Christensen, J.W., Keeling, L.J., Nielsen, B.L. (2005) Responses of horses to novel visual, olfactory and auditory stimuli. *Applied Animal Behaviour Science* 93:53-65

Clutton-Brock, J. (1999) *A natural history of domesticated mammals*. Cambridge University Press

Cohen, J.A., Fox, M.W. (1976) Vocalization in wild canids and possible effects of domestication. *Behavioural Processes* 1:77-92

Constable, P., Hinchcliff, K., Demma, N., Callahan, M., Dale, B., Fox, K., Adams, L., Wack, R., Kramer, L. (1998) Electrocardiographic consequences of a peripatetic lifestyle in gray wolves (*Canis lupus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 120:557–563

Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Olson, J.L., Rebecca L. Stepien, R.L. (2000) Effects of endurance training on standard and signal-averaged electrocardiograms of sled dogs. *American Journal of Veterinary Research* 61:582-588

Coppinger, R.P., Coppinger, L. (2001) *Dogs: a new understanding of canine origin, behavior and evolution*. University of Chicago Press

Csányi, V. (2000) The „human behavior complex” and the compulsion of communication: Key factors of human evolution. *Semiotica* 128:45–60

de Jong, I.C., Sgoifo, A., Lambooij, E., Korte, S.M., Blokhuis, H.J., Koolhaas, J.M. (2000) Effects of social stress on heart rate and heart rate variability in growing pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 80:273-280

Désiré, L., Veissier, I., Després, G., Boissy, A. (2004) On the way to assess emotions in animals: Do lambs (*Ovis aries*) evaluate an event through its suddenness, novelty, or unpredictability? *Journal of Comparative Psychology* 118:363-374

- Désiré, L., Veissier, I., Després, G., Delval, E., Toporenko, G., Boissy, A. (2006) Appraisal process in sheep (*Ovis aries*): Interactive effect of suddenness and unfamiliarity on cardiac and behavioral responses. *Journal of Comparative Psychology* 120:280-287
- DeVries, A.C., Glasper, E.R. Detillion, C.E. (2003) Social modulation of stress responses. *Physiology & Behavior* 79:399-407
- Dionne, I.J., White, M.D., Tremblay, A. (2002) The reproducibility of power spectrum analysis of heart rate variability before and after a standardized meal. *Physiology & Behavior* 75:267– 270
- Doxey, S., Boswood, A. (2004) Differences between breeds of dog in a measure of heart rate variability. *The Veterinary Record* 154:713-717
- Elliot, O., Scott, J. P. (1961) The development of emotional distress reactions to separation in puppies. *Journal of Genetic Psychology* 99:3-22
- Eloranta, E., Norberg, H., Nilsson, A., Pudas, H Säkkinen, T. (2002) Individually coded telemetry: a tool for studying heart rate and behaviour in reindeer calves. *Acta Veterinaria Scandinavica* 43:135–144
- Engeland, W.C., Miller, P., Gann, D.S. (1990) Pituitary-adrenal adrenomedullary responses to noise in awake dogs. *American Journal of Physiology* 258:672–677
- Fallani, G., Prato Previde, E., Valsecchi, P. (2007) Behavioral and physiological responses of guide dogs to a situation of emotional distress. *Physiology & Behavior* 90:648–655
- Fancy, S.G., White, R.G. (1986) Predicting energy expenditures for activities of caribou from heart rates. *Rangifer. Special Issue* 1:123-130
- Faragó, T., Pongrácz, P., Range, F., Virányi, Zs., Miklósi, Á. (2009) ‘The bone is mine’ – affective and referential aspects of dog growls. Submitted

Feddersen-Petersen, D.U. (2000) Vocalization of European wolves (*Canis lupus lupus L.*) and various dog breeds (*Canis lupus f. familiaris*). Arch. Tierz, Dummerstorf 43:387-397

Feh, C., de Mazie`res, J. (1993) Grooming at a preferred site reduces heart rate in horses. Animal Behaviour 46:1191–1194

Fehér, Gy. (2000) A háziállatok funkcionális anatómiája. Mezőgazda Kiadó

Forkman, B., Boissy, A., Meunier-Salaün, M.-C., Canali, E., Jones, R.B. (2007) A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. Physiology & Behavior 92: 340–374

Fox, M.W. (1969) The anatomy of aggression and its ritualization in Canidae: a developmental and comparative study. Behaviour 35:242–258

Fox, M.W. (1978) The dog: its domestication and behavior. Garland Press. New York

Gácsi, M., Topál, J., Miklósi, Á., Dóka, A., Csányi, V. (2001) Attachment behavior of adult dogs (*Canis familiaris*) living at rescue centers: forming new bonds. Journal of Comparative Psychology 115: 423-431

Gácsi, M. (2003) A kutyák gazda iránt mutatott kötődési viselkedésének etológiai vizsgálata. PhD értekezés. ELTE Etológia Tanszék

Gácsi, M., Miklósi, Á., Varga, O., Topál, J., Csányi, V. (2004) Are readers of our face readers of our minds? Dogs (*Canis familiaris*) show situation-dependent recognition of human's attention. Animal Cognition 7:144-153

Gácsi, M., Györi, B., Miklósi, Á., Virányi, Zs., Kubinyi, E., Topál, J., Csányi, V. (2005) Species-specific differences and similarities in the behavior of hand-raised dog and wolf pups in social situations with humans. Developmental Psychobiology 47: 111–122

Gácsi, M., Györi, B., Virányi, Zs., Kubinyi, E., Range, F., Belényi, B., Miklósi, Á. (2009) Selection for developmental shift explains dog-wolf difference in utilizing human pointing gestures. Submitted

Galosy, R.A., Clarke, L.K., Mitchell, J.H. (1978) Cardiac changes to signalled shock avoidance in dogs. *Physiology & Behavior* 21:33-38

Gazzano, A., Mariti, C., Notari, L., Sighieri, C., McBride, E.A. (2008) Effects of early gentling and early environment on emotional development of puppies. *Applied Animal Behaviour Sciences* 110:294–304

Geverink, N.A., Schouten, W.G.P., Gort, G., Wiegant, V.M. (2002) Individual differences in behavioral and physiological responses to restraint stress in pigs. *Physiology & Behavior* 77:451-457

Goddard, P.J., Fawcett, A.R., Macdonald, A.J., Reid, H.W. (2000) The behavioural, physiological and immunological responses of lambs from two rearing systems and two genotypes to exposure to humans. *Applied Animal Behaviour Science* 66:305–321

Goodwin, D., Bradshaw, J.W.S., Wickens, S.M. (1997) Paedomorphosis affects agonistic visual signals of domestic dogs. *Animal Behaviour* 53:297–304

Graham, F.K., Clifton, R.K. (1966) Heart-rate change as a component of the orienting response. *Psychological Bulletin* 65:305–320

Gygax, L., Neuffer, I., Kaufmann, C., Hauser, R., Wechsler, B. (2008) Restlessness behaviour, heart rate and heart-rate variability of dairy cows milked in two types of automatic milking systems and auto-tandem milking parlours. *Applied Animal Behaviour Science* 109:167–179

Hagen, K., Langbein, J., Schmied, C., Lexer, D., Waiblinger, S. (2005) Heart rate variability in dairy cows—influences of breed and milking system. *Physiology & Behavior* 85:195 – 204



Hall, L.W., Dunn, J.K., Delaney, M., Shapiro, L.M. (1991) Ambulatory electrocardiography in dogs. *Veterinary Record* 129:213-216

Hampson, B.A., McGowan, C.M. (2007) Physiological responses of the Australian cattle dog to mustering exercise. *Equine and Comparative Exercise Physiology* 4:37–41

Hare, B., Brown, M., Williamson, C., Tomasello, M. (2002) The domestication of cognition in dogs. *Science* 298:1634-1636

Hargreaves, A.L., Hutson, G.D. (1990) The effect of gentling on heart rate, flight distance and aversion of sheep to a handling procedure. *Applied Animal Behaviour Science* 26:243–252

Hennessy, M.B., Moorman, L. (1989) Factors influencing cortisol and behavioral responses to maternal separation in guinea pigs. *Behavioral Neuroscience* 103:378-385

Hennessy, M.B. (1997) Hypothalamic-pituitary-adrenal responses to brief social separation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 21:11-29

Hennessy, M.B., Williams, M.T., Miller, D.D., Douglas, C.W., Voith, V.L. (1998) Influence of male and female petters on plasma cortisol and behaviour: can human interaction reduce the stress of dogs in a public animal shelter? *Applied Animal Behaviour Science* 61:63-77

Hennessy, M.B., Voith, V.L., Mazzei, S.J., Buttram, J., Miller, D.D., Linden, F. (2001) Behavior and cortisol levels of dogs in a public animal shelter, and an exploration of the ability of these measures to predict problem behavior after adoption. *Applied Animal Behaviour Science* 73:217–233

Hill-Soderlund, A.L., Mills-Koonce, W.R., Propper, C., Calkins, S.D., Granger, D.A., Moore, G.A., Gariepy, J-L., Cox, M.J. (2008) Parasympathetic and sympathetic responses to the strange situation in infants and mothers from avoidant and securely attached dyads. *Developmental Psychobiology* 50:361-376

Hofer, M.A. (1970) Cardiac and respiratory function during sudden prolonged immobility in wild rodents. *Psychosomatic Medicine* 32:633-647

Hopster, H., O'Connel, J.M., Blokhuis, H. J. (1995) Acute effects of cow-calf separation on heart rate, plasma cortisol and behaviour in multiparous cows. *Applied Animal Behaviour Science* 44:1-8

Hopster, H., van der Werf, J.T.N., Blokhuis, H.J. (1998) Side preference of dairy cows in the milking parlour and its effect on behaviour and heart rate during milking. *Applied Animal Behaviour Science* 55:219-229

Hopster, H., Bruckmaier, R.M., van der Werf, J.T., Korte, S.M., Macuhova, J., Korte-Bouws, G., van Reenen, C.G. (2002) Stress responses during milking: comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85:206-216

Horváth, Zs., Igyártó, B.Z., Magyar, A., Miklósi, Á. (2007) Three different coping styles in police dogs exposed to a short-term challenge. *Hormones and Behavior* 52:621–630

Horváth, Zs., Dóka, A., Miklósi, Á. (2008) Affiliative and disciplinary behavior of human handlers during play with their dog affects cortisol concentrations in opposite directions. *Hormones and Behavior* 54:107-114

Jensen-Urstad, K., Storck, N., Bouvier, F., Ericson, M., Lindblad, L. E., Jensen-Urstad, M. (1997) Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender. *Acta Physiologica Scandinavica* 160:235-241

Jones, R.B. (1997) Fear and distress. In: Appleby, M.C. és Hughes, B.O. (Eds.) *Animal welfare*. CAB International

Kanwisher, J.W., Williams, T.C., Teal, J.M., Lawson, K.O. (1978) Radiotelemetry of heart rates from free-ranging gulls. *The Auk* 95:288-293

Keeling, L. J., Gonyou, H. W. (2001) *Social behaviour in farm animals*. CABI Publishing

King, T., Hemsworth, P.H., Coleman, G.J. (2003) Fear of novel and startling stimuli in domestic dogs. *Applied Animal Behaviour Science* 82:45–64

Kitney, R.I. (1975) Proceedings: Entrainment of the human RR interval by thermal stimuli. *The Journal of physiology* 252:37-38

Kiriazis, J., Slobodchikoff, C.N. (2006) Perceptual specificity in the alarm calls of Gunnison's prairie dogs. *Behavioural Processes* 73:29–35

Kleiger, R.E., Miller, J.P., Bigger, J.T., Moss, A.J. (1987) Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after myocardial infarction. *American Journal of Cardiology* 59:256-262

Koolhaas, J.M., Korte, S.M., De Boer, S.F., Van Der Vegt, B.J., Van Reenen, C.G., Hopster, H., De Jong, I.C., Ruis, M.A.W., Blokhuis, H.J. (1999) Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 23:925–935

Kostarczyk, E., Fonberg, E. (1982a) Heart rate mechanisms in instrumental conditioning reinforced by petting in dogs. *Physiology & Behavior* 28:27-30

Kostarczyk, E., Fonberg, E. (1982b) Characteristics of the heart rate in relation to the palatability of food in dogs. *Appetite: Journal for Intake Research* 3:321-328

Korte, S.M., Ruesnik, W., Blokhuis, H.J. (1999) Heart rate variability during manual restraint in chicks from high- and low-feather pecking lines of laying hens. *Physiology & Behavior* 65:649-652

Krohn, C., Jago, J.G., Boivin, X. (2001) The effect of early handling on the socialisation of young calves to humans. *Applied Animal Behaviour Science* 74:121-133

Kubinyi, E., Miklósi, Á., Topál, J., Csányi, V. (2003) Dogs (*Canis familiaris*) learn from their owners via observation in a manipulation task. *Journal of Comparative Psychology* 117:156-165

- Kubinyi, E., Virányi, Zs., Miklósi, Á. (2007) Comparative Social Cognition: From wolf and dog to humans. *Comparative Cognition and Behavior Reviews* 2:26-46
- Láng, E. (1994) A vegetatív reaktivitás pszichofiziológiai vizsgálata emberen. Progress Report. OTKA (622) Beszámoló.
- Láng, E., Szilágyi, N. (1991) Significance and assessment of autonomic indices in cardiovascular reactions. *Acta Physiologica Hungarica* 78:241-60
- Láng, E., Szilágyi, N., Métneki, J., Weisz, J., (1992) Effects of mental load on the spectral components of heart period variability in twins. *Acta biochimica et biophysica Hungarica* 26:111-20
- Láng, E., Horváth, Gy. (1996). ISAX. User's Manual
- Láng, E., Caminal, P., Horváth, G., Jané, R., Vallverdu, M., Slezsák, I., Bayés de Luna, A. (1998) Spectral analysis of heart period variance (HPV) - a tool to stratify risk following myocardial infarction. *Journal of medical engineering and technology* 22:248-56
- Langbein, J., Nürnberg, G., Manteuffel, G. (2004) Visual discrimination learning in dwarf goats and associated changes in heart rate and heart rate variability. *Physiology & Behavior* 82: 601– 609
- Lefcourt, A.M., Erez, B., Varner, M.A., Barfield, R., Tasch, U. (1999) Noninvasive radiotelemetry system to monitor heart rate for assessing stress responses of bovines. *Journal of Dairy Science* 82:1179–1187
- Lehner, P. N. (1978) Coyote vocalizations: a lexicon and comparisons with other canids. *Animal Behaviour* 26:712-722
- Lemaire, V. és Mormede, P. (1995) Telemetered recording of blood pressure and heart rate in different strains of rats during chronic social stress. *Physiology & Behavior* 58:1181-1188
- Little, C.J.L., Julu, P.O.O., Hansen, S., Mellor, D.J., Milne, M.H., Barrett, D.C. (1996)

Measurement of cardiac vagal tone in cattle: a possible aid to the diagnosis of BSE. *The Veterinary Record* 139:527-528

Loberg, J. M., Hernandez, C. E., Thierfelder, T., Jensen, M. B., Berg, C., Lidfors, L. (2008) Weaning and separation in two steps—A way to decrease stress in dairy calves suckled by foster cows. *Applied Animal Behaviour Science* 111:222–234

Loijens, L.W.S., Janssens, C.J.J.G., Schouten, W.G.P., Wiegant, V.M. (2002) Opioid activity in behavioral and heart rate responses of tethered pigs to acute stress. *Physiology & Behavior* 75:621-626

Lund, I., Lundeberg, T., Kurosawa, M., Uvnäs-Moberg, K. (1999) Sensory stimulation (massage) reduces blood pressure in unanaesthetized rats. *Journal of the Autonomic Nervous System* 78:30–37.

Lynch, J.J., McCarthy, J.F. (1967) The effect of petting on a classically conditioned emotional response. *Behaviour research and therapy* 5:55–62

Lynch, J.J., Fregin, G.F., Mackie, J.B., Monroe Jr., R.R. (1974) Heart rate changes in the horse to human contact. *Psychophysiology* 11:472–478

Lynch, J.J., Hinch, G.N., Adams, D.B. (1992) The behaviour of sheep. Biological principles and implications for production. CAB International

Mackintosh, I.C., Dormehl, I.C., van Gelder, A.L., du Plessis, M. (1983) Blood volume, heart rate, and left ventricular ejection fraction changes in dogs before and after exercise during endurance training. *American Journal of Veterinary Research* 44: 1960-1962

Magnusson, M.S. (1996) Hidden real-time patterns in behavior: T-patterns and their detection. *Behav. Res. Meth. Instrum. Comput.* 32:93–110

Major, P. (1998) Subtle physical activity poses a challenge to the study of heart rate. *Physiology & Behavior* 63:381-384

Manser, M.B., Seyfarth, R.M., Cheney, D.L. (2002) Suricate alarm calls signal predator class and urgency. *Trends in Cognitive Sciences* 6:55-57

Marchant, J.N., Mendl, M.T., Rudd, A.R., Broom, D.M. (1995) The effect of agonistic interactions on the heart rate of group-housed sows. *Applied Animal Behaviour Science* 46:49-56

Marchant, J.N., Rudd, A.R., Broom, D.M. (1997) The effects of housing on heart rate of gestating sows during specific behaviours. *Applied Animal Behaviour Science* 55:67-78

Marchant-Forde, J.N., Marchant-Forde, R.M., Weary, D.M. (2002) Responses of dairy cows and calves to each other's vocalisations after early separation. *Applied Animal Behaviour Science* 78:19-28

Marchant-Forde, R.M., Marlin, D.J., Marchant-Forde, J.N. (2004) Validation of a cardiac monitor for measuring heart rate variability in adult female pigs: accuracy, artefacts and editing. *Physiology & Behavior* 80: 449-458

Markowitz, T.M., Dally, M.R., Gursky, K., Price, E.O. (1998) Early handling increases lamb affinity for humans. *Animal Behaviour* 55:573-587

Mason, J.W. (1971) A re-evaluation of the concept of 'non-specificity' in stress theory. *Journal of Psychiatric Research* 8:323-333

Maunder, R.G., Hunter, J.J. (2001) Attachment and psychosomatic medicine: developmental contributions to stress and disease. *Psychosomatic Medicine* 63:556–567

McCall, C.A., Hall, S., McElhenney, W.H., Cummins, K.A. (2006) Evaluation and comparison of four methods of ranking horses based on reactivity. *Applied Animal Behaviour Science* 96:115-127

McGreevy, P. (2004) *Equine behavior. A guide for veterinarians and equine scientists.* SAUNDERS

McPhee, J.M., Rosen, D.A.S., Andrews, R.D., Trites, A.W. (2003) Predicting metabolic rate from heart rate in juvenile Steller sea lions *Eumetopias jubatus*. *Journal of Experimental Biology* 206:1941-1951

Mendoza, S.P., Mason, W.A. (1986) Contrasting responses to intruders and to involuntary separation by monogamous and polygynous New World monkeys. *Physiology & Behavior* 38:795-801

Mésangeau, D., Laude, D., Elghozi, J.L. (2000) Early detection of cardiovascular autonomic neuropathy in diabetic pigs using blood pressure and heart rate variability. *Cardiovascular Research* 45:889–899

Miklósi, Á. (2007) *Dog behaviour, evolution, and cognition*. Oxford University Press

Miklósi, Á., Polgárdi, R., Topál, J., Csányi, V. (1998) Use of experimenter given cues in dogs. *Animal Cognition* 1:113–121

Miklósi, Á., Polgárdi, R., Topál, J., Csányi, V. (2000) Intentional behaviour in dog-human communication: an experimental analysis of “showing” behaviour in the dog. *Animal Cognition* 3:159-166

Miklósi, Á., Kubinyi, E., Topál, J., Gácsi, M., Virányi, Zs., Csányi, V. (2003) A simple reason for a big difference: wolves do not look back at humans but dogs do. *Current Biology* 13:763–767

Miklósi, Á., Pongrácz, P., Lakatos, G., Topál, J., Csányi, V. (2005) A comparative study of dog-human and cat-human interactions in communicative contexts. *Journal of Comparative Psychology* 119:179–186

Minero, M., Canali, E., Ferrante, V., Carenzi, C. (2001) Measurement and time domain analysis of heart rate variability in dairy cattle. *The Veterinary Record* 149:772-774

Minors, S.L., O’Grady, M.R. (1997) Heart rate variability in the dog: Is it too variable?

Mohr, E., Langbein, J., Nürnberg, G. (2002) Heart rate variability – A noninvasive approach to measure stress in calves and cows. *Physiology & Behavior* 75:251-259

Molnár, Cs., Pongrácz, P., Dóka, A., Miklósi, Á. (2006) Can humans discriminate between dogs on the base of the acoustic parameters of barks? *Behavioural Process* 73:76-83

Molnár, Cs., Kaplan, F., Roy, P., Pachet, F., Pongrácz, P., Dóka, A., Miklósi, Á. (2008) Classification of dog barks: a machine learning approach. *Animal Cognition* 11:389-400

Molnár, Cs., Pongrácz, P., Faragó, T., Dóka, A., Miklósi, Á. (2009) Dogs discriminate between barks: The effect of context and identity of the caller. Submitted

Momozawa, Y., Onob, T., Sato, F., Kikusui, T., Takeuchi, Y., Mori, Y., Ryo Kusunose, R. (2003) Assessment of equine temperament by a questionnaire survey to caretakers and evaluation of its reliability by simultaneous behavior test. *Applied Animal Behaviour Science* 84:127–138

Moons, C.P.H., Laughlin, K., Zanella, A.J. (2005) Effects of short-term maternal separations on weaning stress in foals. *Applied Animal Behaviour Science* 91:321–335

Morimoto, A., Nakamori, T., Morimoto, K., Tan, N., Murakami, N. (1993) The central role of corticotropin-releasing factor (CRF-41) in psychological stress in rats. *Journal of Physiology* 460:221-229

Morton, E. S. (1977) On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some bird and mammal sounds. *American Nature* 111:855-869

Nakagawa, S., Waas, J.R. (2001) Heart rate changes reveal that little blue penguin chicks (*Eudyptula minor*) can use vocal signatures to discriminate familiar from unfamiliar chicks. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 50:180-188

Newton, J.E.O., Lucas, L.A. (1982) Differential heart-rate responses to person in nervous and



normal pointer dogs. Behavior Genetics 12:379–392

Nilsson, A., Åhman, B., Norberg, H., Redbo, I., Eloranta, E., Olsson, K. (2006) Activity and heart rate in semi-domesticated reindeer during adaptation to emergency feeding. Physiology & Behavior 88:116-123

Norcross, J., Newman, J. (1999) Effects of separation and novelty on distress vocalizations and cortisol in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). American Journal of Primatology 47:209–22

Obrist, P.A. (1981) Cardiovascular psychophysiology. New York: Plenum Press

Olsen, L.H., Mow, T., Koch, J., Pedersen, H.D. (1999) Heart rate variability in young, clinically healthy Dachshunds: influence of sex, mitral valve prolapse status, sampling period and time of day. Journal of Veterinary Cardiology 1:7-16

Palestrini, C., Ferrante, V., Mattiello, S., Canali, E., Carenzi, C. (1998) Relationship between behaviour and heart rate as an indicator of stress in domestic sheep under different housing systems. Small Ruminant Research 27:177-181

Palestrini, C., Previde, E.P., Spiezio, C., Verga, M. (2005) Heart rate and behavioural responses of dogs in the Ainsworth's Strange Situation: A pilot study. Applied Animal Behaviour Science 94:75-88

Pagani, M., Lombardi, F., Guzzetti, Rimoldi, O., Furlan, R., Pizzinelli, P., Sandrone, G., Malfatto, G., Dell'Orto, S., Piccaluga, E., Turiel, M., Baselli, G., Cerutti, S., Malliani, A. (1986) Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympathovagal interaction in man and conscious dog. Circulation Research 59:178-193

Paxton, D.W. (2000) A case for a naturalistic perspective. Anthrozoos 13:5–8

Pomfrett, C. J. D., Glover, D. G., Bollen, B. G., Pollard, B. J. (2004) Perturbation of heart rate variability in cattle fed BSE-infected material. The Veterinary Record 154:687-691

Pongrácz, P., Altbäcker, V. (1999) The effect of early handling is dependent upon the state of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) pups around nursing. *Developmental Psychobiology* 35:241–251

Pongrácz, P., Miklósi, Á., Csányi, V. (2001a) Owners' beliefs on the ability of their pet dogs to understand human verbal communication. A case of social understanding. *Cahiers de Psychologie Cognitive/ Current Psychology of Cognition* 20:87-107

Pongrácz, P., Miklósi, Á., Kubinyi, E., Gurobi, K., Topál, J., Csányi, V. (2001b) Social learning in dogs: the effect of a human demonstrator on the performance of dogs in a detour task. *Animal Behaviour* 62:1109-1117

Pongrácz, P., Miklósi, Á., Timár-Geng, K., Csányi, V. (2003) Preference for copying unambiguous demonstrations in dogs. *Journal of Comparative Psychology* 117:337-343

Pongrácz, P., Molnár, Cs., Miklósi, Á., Csányi V. (2005) Human listeners are able to classify dog (*Canis familiaris*) barks recorded in different situations. *Journal of Comparative Psychology* 119:136–144

Pongrácz P., Molnár Cs., Miklósi Á., Csányi V. (2006) Human understanding of dog barks: why we did not know what we knew all along? *Applied Animal Behaviour Science* 100:228–240

Porges, S.W. (1995a) Cardiac vagal tone: a physiological index of stress. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 19:225-233

Porges, S.W. (1995b) Orienting in a defensive world: mammalian modifications of our evolutionary heritage. The Polyvagal Theory. *Psychophysiology* 32:301-318

Prato Previde, E., Cusance, D.M., Spiezio, C., Sabatini, F. (2003) Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's Strange Situation. *Behaviour* 140:225-254

Price, E.O. (1999) Behavioral development in animals undergoing domestication. *Applied*

Animal Behaviour Science 65:245-271

Price, E.O. (2002) Animal domestication and behavior. CABI Publishing

Rabb, G.B, Woolpy J.H., Ginsburg B.E. (1967) Social relationships in a group of captive wolves. American Zoologist 7:305-311

Rendall, D., Seyfarth, R.M., Cheney, D.L., Owren, M.J. (1999) The meaning and function of grunt variants in baboons. Animal Behaviour 57:583-592

Richards, J.E. (1997) Peripheral stimulus localization by infants: attention, age, and individual differences in heart rate variability. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance 23:667-680

Rietmann, T.R., Stuart, A.E.A., Bernasconi, P., Stauffacher, M., Auer, J.A., Weishaupt, M.A. (2004) Assessment of mental stress in warmblood horses: hear rate variability in comparison to heart rate and selected behavioral parameters. Applied Animal Behaviour Science 88:121-136

Ross, S., Scott, J. P., Cherner, M., Denenberg, V.H. (1960) Effects of restraint and isolation on yelping in puppies. Animal Behaviour 8:1-5

Ruis, M. A.W., de Groot, J., te Brake, J. H.A., Ekkel, E.D., van de Burgwal, J.A., Erkens, J.H.F., Engel, B., Buist, W.G., Blokhuis, H.J., Koolhaas, J.M. (2001) Behavioural and physiological consequences of acute social defeat in growing gilts: effects of the social environment. Applied Animal Behaviour Science 70:201-225

Rushen, J., Taylor, A.A., de Passillé, A.M. (1999) Domestic animals' fear of humans and its effect on their welfare. Applied Animal Behaviour Science 65:285-303

Rushen, J., Munksgaard, L., Marnet, P.G., de Passillé, A.M. (2001) Human contact and the effect of acute stress on cows at milking. Applied Animal Behaviour Science 73:1-14

Ryan, S. M., Goldberger, A. L., Pincus, S. M., Mietus, J., Lipsitz, L. A. (1994) Gender- and age-related differences in heart rate dynamics: are women more complex than men? *Journal of the American College of Cardiology* 24:1700-1707

Savolainen, P., Zhang, Y., Luo, J., Lundeberg, J., Leitner, T. (2002) Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs. *Science* 298:1610-1613

Savory, C.J., Kostal, L. (1997) Application of a radiotelemetry system for chronic measurement of blood pressure, heart rate, EEG, and activity in the chicken. *Physiology & Behavior* 61:963-969

Schalke E., Stichnoth, J., Ott, S., Jones-Baade, R. (2007) Clinical signs caused by the use of electric training collars on dogs in everyday life situations. *Applied Animal Behaviour Science* 105:369–380

Schassburger, R.M. (1987) Wolf vocalization: An integrated model of structure, motivation and ontogeny. In: Frank, H.(Ed.) *Man and Wolf: Advances, Issues, and Problems in Captive Wolf Research*. Springer

Schmied, C., Boivin, X., Waiblinger, S. (2005) Ethogramm des sozialen Leckens beim Rind: Untersuchungen in einer Mutterkuhherde/Ethogram of social licking: investigations in a beef suckler herd. *KTBL-Schrift* 441, aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2005. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, 86–92.

Schmied, C., Waiblinger, S., Scharl, T., Leisch, F., Boivin, X. (2008) Stroking of different body regions by a human: Effects on behaviour and heart rate of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 109:25-38

Seaman, S.C., Davidson, H.P.B., Waran, N.K. (2002) How reliable is temperament assessment in the domestic horse (*Equus caballus*)? *Applied Animal Behaviour Science* 78:175–191

Sinnreich, R., Kark, J. D., Friedlander, Y., Sapoznikov, D. Luria, M. H. (1998) Five minute

recordings of heart rate variability for population studies: repetability and age-sey characteristics. *Heart* 80:156-162

Sleigh, J.W., Henderson, J.D. (1995) Heart rate variability and preoperative anxiety. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 39:1059-61

Soloviev, M.V., Hamlin, R.L., Shellhammer, L.J., Barrett, R.M., Wally, R.A., Birchmeier, P.A., Schaefer, G.J. (2006) Variations in hemodynamic parameters and ECG in healthy, conscious, freely moving telemetrized beagle dogs. *Cardiovascular Toxicology* 6:51-62

Soproni, K., Miklósi, Á., Topál, J., Csányi, V. (2001) Comprehension of human communicative signs in pet dogs. *Journal of Comparative Psychology* 115:122-126

Spangler, G., Grossmann, K.E. (1993) Biobehavioral organization in securely and insecurely attached infants. *Child Development* 64:1439-1450

Sproul, C., Palleroni, A., Hauser, M.D. (2006) Cottontop tamarin, *Saguinus oedipus*, alarm calls contain sufficient information for recognition of individual identity. *Animal Behaviour* 72:1379-1385

Sroufe, L.A., Waters, E. (1977) Heart rate as a convergent measure in clinical and developmental research. *Merrill-Palmer Quarterly* 23:3-27

Staaden, R. (1984) The exercise physiology of the racing greyhound. Ph.D. Thesis, Murdoch University, Australia.

Stěhulová, I., Lidfors, L., Špinka, M. (2008) Response of dairy cows and calves to early separation: Effect of calf age and visual and auditory contact after separation. *Applied Animal Behaviour Science* 110 :144-165

Stepien, R.L., Hinchcliff, K.W., Constable, P.D., Olson, J. (1998) Effect of endurance training on cardiac morphology in Alaskan sled dogs. *Journal of Applied Physiology* 85:1368-75

Takeuchi, T., Harada, E. (2002) Age-related changes in sleep-wake rhythm in dog.

Tallet, C., Veissier, I., Boivin, X. (2006) Does the use of a device to measure heart rate affect the behavioural responses of lambs to humans? *Applied Animal Behaviour Science* 99:106-117

Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Cardiac Pacing Electrophysiology (1996) Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *European Heart Journal* 17:354-381

Tinbergen, N. (1963) On aims and methods of ethology. *Zeithschrift Tierpsychologie* 20:410–433

Topál, J., Miklósi, Á., Csányi, V. (1997) Dog-human relationship affects problem solving behavior in the dog. *Anthrozoös* 10:214-224

Topál, J., Miklósi, Á., Csányi, V., Dóka, A. (1998) Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *Journal of Comparative Psychology* 112:219-229

Topál, J., Gácsi, M., Miklósi, Á., Virányi, Zs., Kubinyi, E., Csányi, V. (2005) Attachment to humans: a comparative study on hand-reared wolves and differently socialized dog puppies. *Animal Behaviour* 70:1367-1345

Tripathi, K.K. (2004) Respiration and heart rate variability : a review with special reference to its application in aerospace medicine. *Indian Journal of Aerospace Medicine* 48: 64-75

Uvnäs-Moberg, K., Petersson, M. (2005) Oxytocin, ein Vermittler von Antistress, Wohlbefinden, sozialer Interaktion, Wachstum und Heilung. *Z. Psychosom. Med. Psychother.* 51:57–80

Van Citters, R.L., Franklin, D.L. (1969) Cardiovascular performance of Alaska sled dogs during exercise. *Circulation Research* 24:33-42

van den Buuse, M., Malpas, S. (1997) 24-hour recordings of blood pressure, heart rate and behavioural activity in rabbits by radio-telemetry: effects of feeding and hypertension. *Physiology & Behavior* 62:83-89

Vas, J., Topál, J., Gácsi, M., Miklósi, Á., Csányi, V. (2005) A friend or an enemy? Dogs' reaction to an unfamiliar person showing behavioural cues of threat and friendliness at different times. *Applied Animal Behaviour Science* 94:99–115

Vas, J., Topál, J., Györi, B., Miklósi, Á. (2008) Consistency of dogs' reactions to threatening cues of an unfamiliar person. *Applied Animal Behaviour Science* 112:331–344

Vilá, C., Savolainen, P., Maldonado, J.E., Amorim, I.R., Rice, J.E., Honeycutt, R.L., Crandall, K.A., Lundeberg, J., Wayne, R.K. (1997) Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Science* 276:1647-1648

Vincent, I. C., Leahy, R. A. (1997) Real-time non-invasive measurement of heart rate in working dogs: a technique with potential applications in the objective assessment of welfare problems. *The Veterinary Journal* 153:179-184

Virányi, Zs., Topál, J., Gácsi, M., Miklósi, Á., Csányi, V. (2004) Dogs respond appropriately to cues of human's attentional focus. *Behavioural Processes* 66:161–172

Virányi, Zs., Gácsi, M., Kubinyi, E., Topál, J., Belényi, B., Ujfalussy, D., Miklósi, M. (2008) Comprehension of human pointing gestures in young human-reared wolves (*Canis lupus*) and dogs (*Canis familiaris*). *Animal Cognition* 11:373-387

Visser, E.K., van Reenen, C.G., van der Werf, J.T.N., Schilder, M.B.H., Knaap, J.H., Barneveld, A., Blokhuis, H.J. (2002) Heart rate and heart rate variability during a novel object test and a handling test in young horses. *Physiology & Behavior* 76:289-296

von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchant-Forde, J., Marchant-Forde, R., Minero, M., Elmar Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., Veissier, I. (2007) Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals - A review. *Physiology & Behavior* 92:293–316

Waiblinger, S., Menke, C., Korff, J., Bucher, A. (2004) Previous handling and gentle interactions affect behaviour and heart rate of dairy cows during a veterinary procedure. *Applied Animal Behaviour Science* 85:31–42

Waiblinger, S., Boivin, X., Pedersen, V., Tosi, M-V., Janczak, A.M., Visser, E.K., Jones, R.B. (2006) Assessing the human–animal relationship in farmed species: A critical review. *Applied Animal Behaviour Science* 101:185–242

Wascher, C.A.F., Arnold, W., Kotrschal, K. (2008a) Heart rate modulation by social contexts in greylag geese (*Anser anser*). *Journal of Comparative Psychology* 122:100-107

Wascher, C.A., Scheiber, I.B.R., Kotrschal, K. (2008b) Heart rate modulation in bystanding geese watching social and non-social events. *Proceedings of the Royal Society B* 275:1653-1659

Webster, S.D., Jones, A.R. (1998) Individual variation in the heart rate of piglets; evidence against stable differences. *Applied Animal Behaviour Science* 55:269-278

Weinandy, R., Gattermann, R. (1995) Measurement of physiological parameters and activity in a mongolian gerbil during gravidity and lactation with an implanted transmitter. *Physiology & Behavior* 58:811-814

Weiss, D., Garibaldi, B., Hauser, M. D. (2001) The production and perception of long calls by cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*): acoustic analyses and playback experiments. *Journal of Comparative Psychology* 115:258-271

Weiss, D., Hauser, M. (2002) Perception of harmonics in the combination long call of cotton-top tamarins, *Saguinus oedipus*. *Animal Behaviour* 64:415-426

Wewers, D., Kaiser, S., Sachser, N. (2003) Maternal separation in guinea-pigs: A study in behavioural endocrinology. *Ethology* 109:443-453

Wolff, A., Hausberger, M., Le Scolan, N. (1997) Experimental tests to assess emotionality in



horses. Behavioural Processes 40:209–221

Yin, S. (2002) A new perspective on barking in dogs (*Canis familiaris*). Journal of Comparative Psychology 119:189-193

Zuberbühler, K. (2000) Referential labeling in Diana monkeys. Animal Behaviour 59:917–927

## Összefoglaló

A kutyák szociális viselkedésének és szociokognitív képességeinek vizsgálata, az elmúlt évtized egyik legizgalmasabb etológiai kutatási irányává vált (lásd pl. Topál és mtsi., 1998; Gácsi és mtsi., 2001; Miklósi és mtsi., 2003; Vas és mtsi., 2005). Meglepően kevés azonban azoknak a kutatásoknak a száma, melyek a kutyák viselkedésével párhuzamosan zajló belső, élettani változások nyomon követését tűzték ki célul (lásd pl. Beerda és mtsi., 1998a; Kostarczyk és Fonberg, 1982a; Palestini és mtsi., 2005; Horváth és mtsi., 2007). A szívritmus mérése lehetőséget nyújthat a viselkedés háttér-mechanizmusainak feltárására, a különböző pszichés és kognitív folyamatok további értékelésére. A szívritmus mérés során azonban fontos szem előtt tartani azt, hogy az egyedek fizikai aktivitása jelentős mértékben befolyásolhatja a mérési eredményeket.

Eredményeink arra utalnak, hogy a kutyák testhelyzete egy rövidebb idő távlatában (1-2 perc) is befolyásolja a szívritmusukat. A mozgási aktivitás fokozódása – lassú járás – jelentős szívritmus-emelkedést eredményezett. Mind a szívritmus mind pedig a szívritmus-variancia értékek nagy egyedi eltéréseket mutattak, és az ismétléssel stabilnak bizonyultak.

Tapasztalataink alapján elmondható, hogy a figyelmi állapot növekedése (kedvenc játékra történő orientáció) egyedenként jellemző irányú és mértékű szívritmus változással járt, továbbá markáns szívritmus-variancia emelkedést eredményezett.

A gazdától történő szeparáció - várakozásainkkal ellentétben – nem eredményezett szívritmus emelkedést az alanyoknál, ugyanakkor szívritmus-variancia növekedésével járt. A fenyegető idegen közelítése a kutyáknál szívritmus emelkedést és szívritmus-variancia csökkenést okozott. A változást azonban csak a fenyegetés alatt viselkedésükben reaktívnak mutatózó – vokalizáló – egyedeknél tudtuk kimutatni. A kutyák szívritmus változását a gazda jelenléte is befolyásolta, szeparációkor a növekedés erőteljesebb volt, mint a gazdás helyzetben, ami a “biztonságos bázis” hatás élettani igazolását jelenti.

Sikerült igazolnunk, hogy a kutyák - hasonlóan az emberhez – képesek különbséget tenni a különböző szituációkban felvett ugatástípusok között. Az egyféle szituációból származó ugatások ismételt bejátszása a kezdeti szívritmus emelkedés után élettani habituációhoz (szívritmus csökkenéshez) vezetett, míg az újfajta ugatás diszhabituációt (ismételt szívritmus emelkedést) okozott.

## Summary

Over the past decade the social behaviour and socio-cognitive skills of dogs have been one of the most exciting topics in ethology (see e.g. Topál et al., 1998; Gácsi et al., 2001; Miklósi et al., 2003; Vas et al., 2005). Having said that only a few experiments focus on the internal processes and the behaviour of dogs at the same time (see Beerda et al., 1998a; Kostarczyk and Fonberg, 1982a; Palestini et al., 2005; Horváth et al., 2007), measuring heart rate (HR) and heart rate variability (HRV) may enable us to reveal the physiological background of behaviour, and provide us with further information about the psychological /cognitive processes of the animal. It is also important to take into consideration that the physical activity of the individual has a strong impact on HR, and in turn can alter the results.

According to our results, HR of dogs was influenced by changes in posture and state of locomotion at least in a 1–2 min long period. The HR increased during periods of increased physical activity (slow walk). With regard to the HR and HRV, high inter-individual variability and stable individual consistency were found.

Moreover, the increased attention (orientation towards the favorite toy) of dogs resulted in distinct individual changes in HR (both in direction and in degree) and a remarkable increase in HRV.

Despite of our expectations, increased HR was not, but increased HRV was found when the dogs were separated from their owners. The approach of a threatening unfamiliar person caused higher HR and lower HRV. These influences were only typical for behaviorally reactive (vocalizing) dogs. The presence of the owner also affected the subjects' cardiac activity. "Threatening" during separation induced a more increase in HR compared to the other situation, where the owner sat beside the dog and functioned as a "secure base" for the animal.

We could prove that dogs, similarly to humans, are able to distinguish between different types of barking. Although we observed a HR increase during the first bark samples, the repeated exposure to the barks deriving from the same situation led to physiological habituation (HR reduction) while the bark samples deriving from another situation resulted in physiological dishabituation (increased HR).